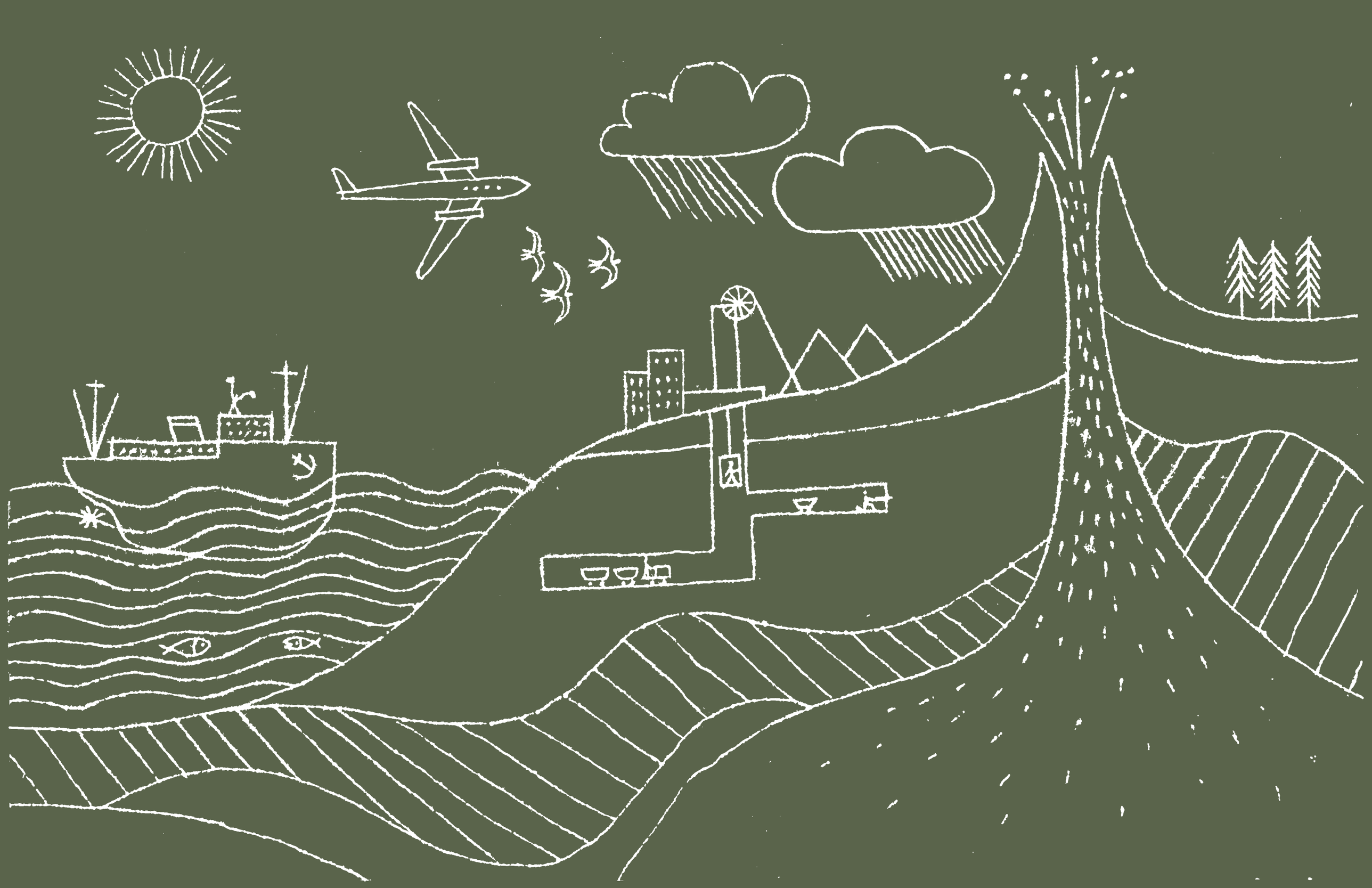
Детская энциклопедия

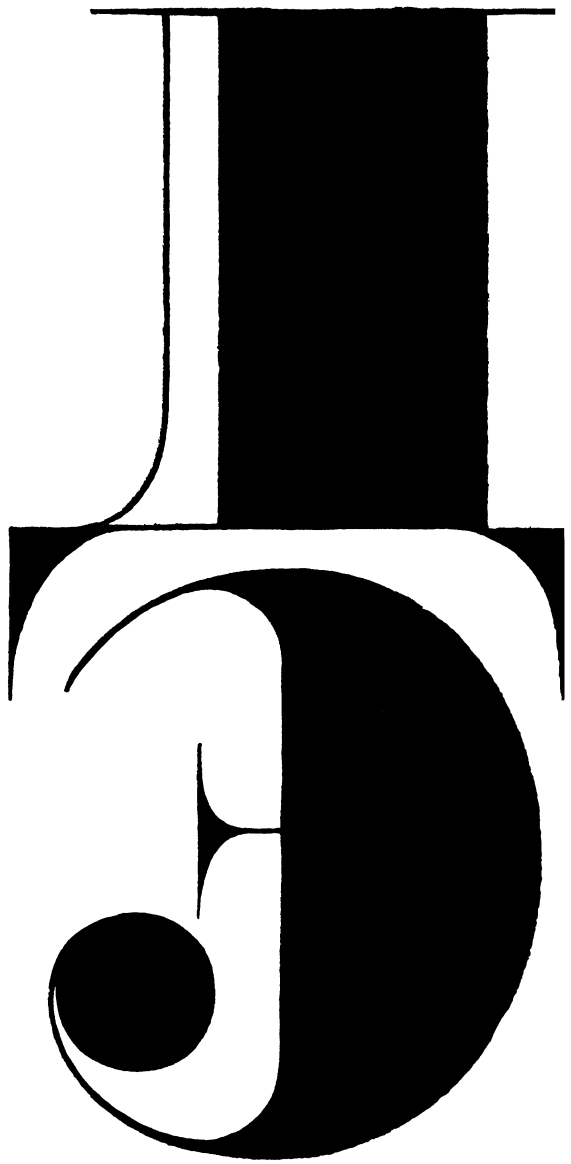
1



Коммунистом стать можно лишь тогда, когда обогатишь свою память знанием всех тех богатств, которые выработало человечество.

В. И. ЛЕНИН

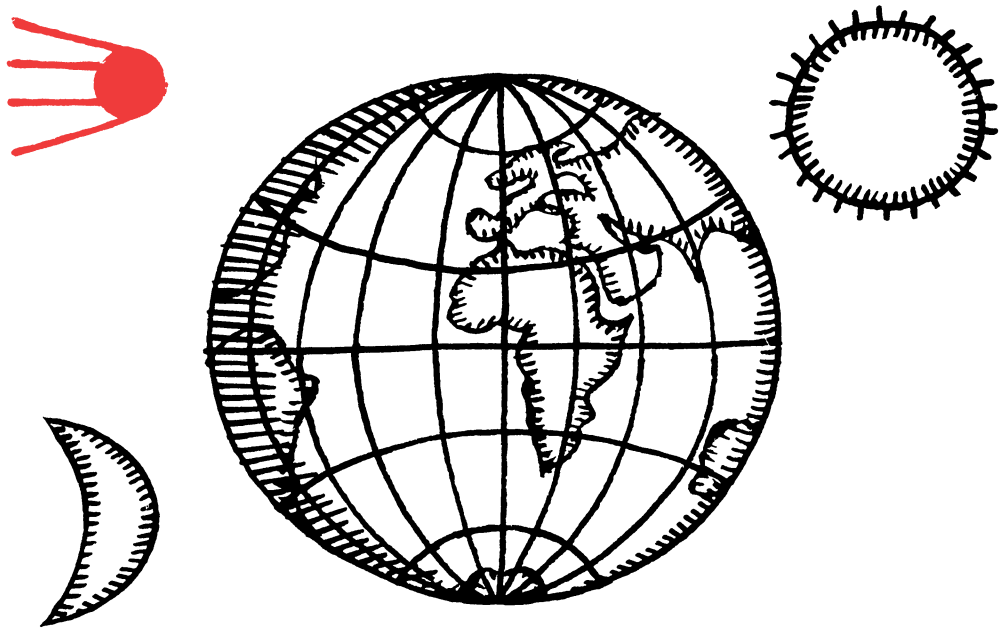
ЗЕМЛЯ



ТОМ
1

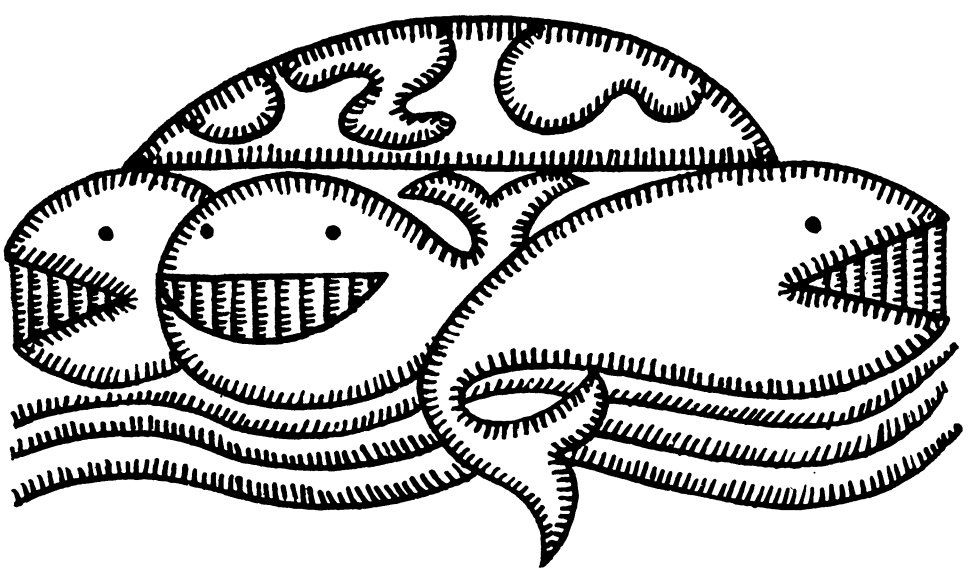
Второе издание

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва
1964



етская нциклопедия

ДЛЯ СРЕДНЕГО
И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА



ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ

Е. И. Афанасенко, Д. Д. Благой, Б. А. Воронцов-Вельяминов, П. А. Генкель, Ф. В. Герасин, Н. К. Гончаров, Б. А. Дехтерев, Г. Н. Джибладзе, А. В. Ефимов, К. А. Иванович, И. А. Каиров, Л. А. Кассиль, М. П. Ким, Н. П. Кузин, А. Н. Леонтьев, А. Р. Лурия, А. А. Маркосян, А. И. Маркушевич (Главный редактор), С. Я. Маршак, В. Ф. Натали, М. В. Нечкина, С. В. Образцов, Б. П. Орлов, О. Н. Писаржевский, И. В. Петрянов, С. Д. Сказкин, Ф. Д. Сказкин, А. А. Смирнов, А. И. Соловьев, И. М. Терехов, Л. И. Тимофеев, С. Л. Тихвинский, Т. С. Хачатуров, Ю. В. Ходаков, Е. М. Чехарин, К. И. Чуковский, В. Н. Шацкая, Д. И. Щербаков, Д. А. Эпштейн.

Научные редакторы 1-го тома
Б. П. Орлов, А. И. Соловьев, Д. И. Щербаков

Заместители Главного редактора
Б. Л. Бараш, И. В. Латышев

К НАШИМ ЧИТАТЕЛЯМ

У школьников часто возникают вопросы из разных областей науки, техники и искусства, на которые учебники либо совсем не отвечают, либо дают неполный ответ. Чтобы оказать учащимся помощь в овладении знаниями, Академия педагогических наук РСФСР издает для детей среднего и старшего возраста Детскую энциклопедию (коротко она обозначается двумя буквами — ДЭ).

Слово «энциклопедия» взято из греческого языка, где оно означает «круг знаний». Теперь энциклопедиями называются книги, содержащие отобранные в определенной системе научные сведения о явлениях природы и общественной жизни. В них кратко излагается то, что известно людям о природе, народах, хозяйстве, науке, технике, культуре и искусстве.

Здесь можно узнать, как люди покоряют и переделывают природу, как выращивают хлеб и хлопок, делают бумагу, выплавляют чугун и сталь, летают в космос; энциклопедии содержат сведения об электровозах, теплоходах, самолетах и метрополитене, о фотографии и кинематографии, телеграфе, радио, телевидении, об умных счетно-электронных машинах, о насекомых, птицах, рыбах и зверях, растениях и минералах, планетах и звездах, об ученых, путешественниках, политических деятелях, полководцах, писателях, художниках, артистах, спортсменах, космонавтах и о многом, многом другом. Этих сведений набирается столько, что они не умещаются в одну книгу, и энциклопедии обычно состоят из многих томов (например, в Большой советской энциклопедии — БСЭ — их 50!).

Детская энциклопедия состоит из двенадцати томов. В создании ее принимают участие ученые, опытные педагоги, писатели, художники. Авторы ДЭ старались писать статьи как можно проще и интереснее. Но темы статей неодинаково просты, поэтому для понимания более сложных и трудных вопросов требуются некоторые предварительные знания. Например, школьникам, которые только начали изучать геометрию, сразу будет трудно понять, как картографы создают различные карты с помощью разнообразных картографических проекций. Все же юные читатели сумеют получить общее представление об этом из статьи в ДЭ. Позже, когда геометрия будет лучше освоена, статью следует прочитать еще раз, и тогда из нее можно будет вынести больше знаний.

ДЭ станет вашим спутником на протяжении нескольких лет вашей школьной жизни и постарается ответить на многие ваши вопросы. ДЭ содержит немало статей, которые пригодятся в работе кружков юных техников, натуралистов, художников и др., а некоторые статьи помогут подготовиться к практической деятельности и к выбору профессии по окончании школы. Если же вы проявите интерес к какой-либо определенной науке и захотите узнать о ней больше, чем рассказывается в ДЭ и учебниках, то вы найдете в нашей энциклопедии советы, что еще можно прочитать по интересующей вас области знания.

Познакомимся вкратце с содержанием отдельных томов ДЭ.

Том «Земля» посвящен географии и геологии. Он содержит разнообразные сведения о форме, размерах, физическом и геологическом строении нашей планеты, о ее воздушной и водной оболочках, богатствах ее недр, природных зонах, населении.

Том «Мир небесных тел. Числа и фигуры» знакомит читателей с астрономией и математикой. В первой части книги рассказывается о Вселенной, планетах, звездах и скоплениях звезд, о развитии астрономии, о практическом использовании этой науки и проникновении человека в космос. Вторая часть дает понятие о том, чем занимается современная математика, о ее значении для других наук и практики, о ее вычислительных средствах и математических методах исследования явлений природы.

Физике и химии посвящен том «Вещество и энергия». В нем рассказано о современном состоянии физики и химии, о новейших исследованиях и открытиях и перспективах развития этих наук. В томе есть статьи о молекулярном строении вещества, строении атома и атомного ядра, элементарных частицах, лучах лазера, большой химии, новейших методах химического анализа, чудесных новых материалах для народного хозяйства и быта.

Том «Растения и животные» — биологический. В нем рассказано о жизни растений, животных и микроорганизмах, населяющих нашу планету. Много места в томе уделяется важнейшим открытиям современной биологии.

В следующем томе — «Техника и производство» идет речь о важнейших отраслях современной промышленности, о технике и технологии промышленного производства, а также о технике связи, транспорта и строительства, об оснащении искусственных спутников Земли, о кибернетических устройствах, о технике в медицине, спорте и о многом другом.

Том «Сельское хозяйство» рассказывает о колхозах и совхозах, о научных основах земледелия, о мичуринском учении, о том, как создавать новые сорта растений и породы животных. Много здесь говорится о химизации сельского хозяйства и о технике, применяемой в сельском хозяйстве.

Из тома «Человек» можно узнать о происхождении человека, строении и функциях его организма, о том, как человек чувствует и мыслит, как воспитывает волю, развивает и укрепляет свою память. Один из разделов тома отведен нравственному миру человека, коммунистической морали. В книге освещаются также вопросы физкультуры и спорта.

В томе «Из прошлого человечества» повествуется о жизни, борьбе и труде разных народов в различные исторические эпохи, о том, что вся прошлая история человеческого общества, от рабовладельческого до социалистического строя, была историей борьбы классов, что подлинным творцом истории является народ.

Том «Наша Советская Родина» посвящается 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции. Здесь рассказывается о героическом пути нашего народа, пройденном от Октября до наших дней под руководством Коммунистической партии, о светлом образе великого вождя трудящихся всего мира В. И. Ленина, о замечательном настоящем нашей Родины и еще более величественном будущем.

Читая том «Зарубежные страны», вы совершите увлекательное путешествие по всем континентам земного шара, познакомитесь с новейшей историей, государственным устройством, природой, экономикой, культурой, жизнью народов зарубежных стран, важнейшими международными событиями.

В томе «Язык и литература» рассказывается, как развивались язык и письменность, какие основные этапы прошла в своем развитии мировая литература. Большой раздел посвящен литературе социалистического реализма. Специальные очерки знакомят читателя с жизнью и творчеством крупнейших писателей.

Наконец, том «Искусство» посвящен живописи и графике, скульптуре, архитектуре, музыке, театру, балету, кино и цирку.

В каждом томе даются полезные советы нашим читателям: юным географам, полеводам, животноводам, астрономам, художникам, техникам.

Детская энциклопедия — не обычная книга для чтения подряд, страница за страницей. Это справочное издание: к нему можно обращаться по отдельным вопросам, интересующим читателя.

В каждом томе ДЭ дается подробное содержание, из которого видно, какие статьи помещены в этом томе и кем они написаны. Кроме того, в конце тома помещены различные таблицы и указатели. Цель библиографического указателя — назвать наиболее интересные книги по вопросам, которым посвящен том. Словарь-указатель содержит в алфавитном порядке имена людей, названия предметов и явлений, описываемых в книге, а также дает краткое объяснение понятий и слов. Рядом стоящие цифры обозначают страницы, на которых можно найти в томе необходимые сведения.

В целях экономии места в ДЭ некоторые слова даются сокращенно. Читателю необходимо ознакомиться с этими условными обозначениями.

СЧАСТЛИВОГО ПУТИ ВАМ, ПУТЕШЕСТВЕННИКИ В ТРЕТЬЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЕ!

Книги Купера, Майн-Рида, а позже Жюля Верна в детстве производили на меня сильное впечатление. Мы с братьями мысленно одолевали льды Арктики, поднимались на высокие горы, опускались в глубины океанов, охотились на слонов, львов и тигров. Мы играли в путешествия, вырезая из бумаги людей и животных, клеили из картона лодки и устраивали охоту на диких зверей, войну белых с индейцами, кораблекрушения. Мне очень нравились охотники, моряки и жюль-верновские ученые, иногда смешные и рассеянные, но великие знатоки природы. Мне тоже хотелось сделаться ученым, естествоиспытателем, путешественником. Одно огорчало меня: Америка была открыта без меня, без меня совершены кругосветные путешествия, нанесены на карту материки и острова. Белые пятна нелегко было найти в географическом атласе. Ливингстон уже проник в дебри Центральной Африки, Пржевальский — в пустыни Центральной Азии. Увы, я опоздал родиться! Я знаю, многие из вас тоже мечтают о дальних странствиях, открытиях, изобретениях. Многие вздыхают тайком: как жаль, что открыты Америка и полюсы, как жаль, что я не живу во времена Колумба или Пржевальского, жаль, что я не родился раньше Можайского и Попова, — быть может, самолет и радио изобрел бы я!

Возможно, в таких мыслях виновата популярная литература, которая очень подробно, обстоятельно и восторженно говорит о достижениях прошлого и мельком, неохотно упоминает о неясном, невидимом, нерешенном.

А между тем не отдельные белые пятнышки — огромный океан неведомого окружает нас. И чем больше мы знаем, тем больше загадок задает нам природа. Океанское дно и атмосфера, недра Земли, планеты солнечной системы еще ждут своих Колумбов и Пржевальских. Гигантские, еще не решенные задачи стоят перед советской наукой.

Требуется:

продлить жизнь человека в среднем до 150—200 лет, уничтожить заразные болезни, свести к минимуму незаразные, победить старость и усталость, научиться возвращать жизнь при несвоевременной, случайной смерти;

поставить на службу человеку все силы природы, энергию Солнца, ветра, подземное тепло, применить атомную энергию в промышленности, транспорте, строительстве, научиться запасать энергию впрок и доставлять ее в любое место без проводов;

предсказывать и обезвредить окончательно стихийные бедствия: наводнения, ураганы, вулканические извержения, землетрясения;

изготовлять на заводах все известные на Земле вещества вплоть до самых сложных — белков, а также и неизвестные в природе: тверже алмаза, жароупорнее огнеупорного кирпича, более тугоплавкие, чем вольфрам и осмий, более гибкие, чем шелк, более упругие, чем резина;

вывести новые породы животных и растений, быстрее растущие, дающие больше мяса, молока, шерсти, зерна, фруктов, волокон, древесины для нужд народного хозяйства;

потеснить, приспособить для жизни, освоить неудобные районы: болота, горы, пустыни, тайгу, тундру, а может быть, и морское дно;

научиться управлять погодой, регулировать ветер и тепло, как сейчас регулируются реки, передвигать облака, распоряжаться дождями и ясной погодой, снегом и жарой.

Трудно это? Необычайно трудно. Но это необходимо. Советские люди хотят жить долго, хотят жить в изобилии и безопасности, хотят быть полными хозяевами на своей земле, не зависеть от капризов природы. Значит, все это будет сделано. И все это будете выполнять вы, сегодняшние школьники и ремесленники, и не только те из вас, кто станет великими учеными, но и все остальные: токари и шоферы, трактористы и каменщики, медицинские сестры, ткачи, шахтеры... Великие задачи не решают одиночки: Волго-Донской канал строили не только авторы проекта. И уж, во всяком случае, все вы, все до единого, примете участие

в выполнении самой великой, самой благородной и гуманной задачи человечества — строительстве коммунизма, в создании счастливой мирной жизни для всех советских людей.

Вы, сегодняшние ремесленники и школьники, только начинаете свое путешествие в мастерство, в творчество, в науку, в жизнь. И мне, старику, который прошел много верст по неисследованным землям, много искал в дебрях науки, хочется дать вам, начинающим путешественникам, несколько напутственных советов.

Любите трудиться. Самое большое наслаждение и удовлетворение приносит человеку труд. Добывайте право сказать: «Я делаю нужное дело, моей работы ждут, я приношу пользу». И если вы встретите трудности, безвыходные, казалось бы, тупики, сопротивление старого, может быть, даже равнодушие и непонимание, вас всегда поддержит мысль: «Я делаю нужное дело».

Не отрекайтесь от мечты! Я разумею юношеские мечтания об открытиях, о творчестве. Есть люди, которые легко уступают обстоятельствам, сдаются после неудачного экзамена, при семейных или служебных затруднениях. Но затруднения проходят, а время упущено, и остается горькое сожаление о жизни, прожитой без огня, растраченной на мелочи, на труд, лишенный радости.

Дерзайте! Беритесь за большие дела, если вы беретесь всерьез. Способности, как и мускулы, растут при тренировке. Большие открытия не всякому по плечу, но кто не решается пробовать, наверняка ничего не откроет. Вы должны далеко уйти от своих дедов и прадедов.

...Во времена моей молодости не было самолетов, кино, радио, электричества. Еще не было железной дороги через Сибирь, я ехал в Иркутск в тарантасе. Для меня радиоприемник — великое достижение. Для вас — привычный предмет в комнате. Вы начинаете у нас на плечах, вам надо высоко забраться. Больше пятидесяти лет я прожил при царском режиме. Я тратил силу, энергию, обогащая золотопромышленников, меня уволили из института за мои убеждения. Я мог только мечтать о строе, где труд будет в почете. А вы родились в свободной стране, в стране, где каждый может получить образование, где уважают творческий труд. Так пусть же ваш труд, ваши мечты будут достойны социалистической Родины, пусть ваши достижения будут самыми передовыми в мире!

Не скрывайте своих намерений, не держите замыслы в секрете. Это не скромность, а, наоборот, гордость, ложный стыд и жадность старателя-собственника, хранящего для себя золотую жилу. Если ваше предложение на самом деле золотое, вы не сможете разрабатывать его в одиночку, если вы обманулись — зачем вам тратить время, вам сразу укажут ошибку. Меня часто упрекали, что я тороплюсь, публикуя наблюдения. Но я не жалел об этом ни разу. Иные находки я не смог осмотреть как следует сам, за меня довели работу другие. Так, в пустыне Гоби я нашел зуб носорога, а, идя по моим следам, большие экспедиции обнаружили целые кладбища вымерших животных. Иногда мои статьи встречали возражения, я выслушивал их, возвращался к теме, искал новые факты, расширял ее. Таким образом, не только советы друзей, но и возражения моих научных противников помогли в работе.

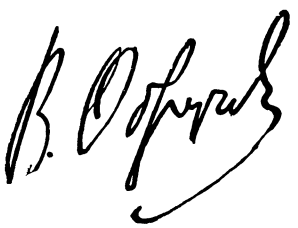
Будьте принципиальны. Нам нужна истина, и только истина. Не старайтесь угодить приятелям, никого не обидеть. На этом пути вы найдете, может быть, спокойствие и даже благополучие, но пользы не принесете никакой.

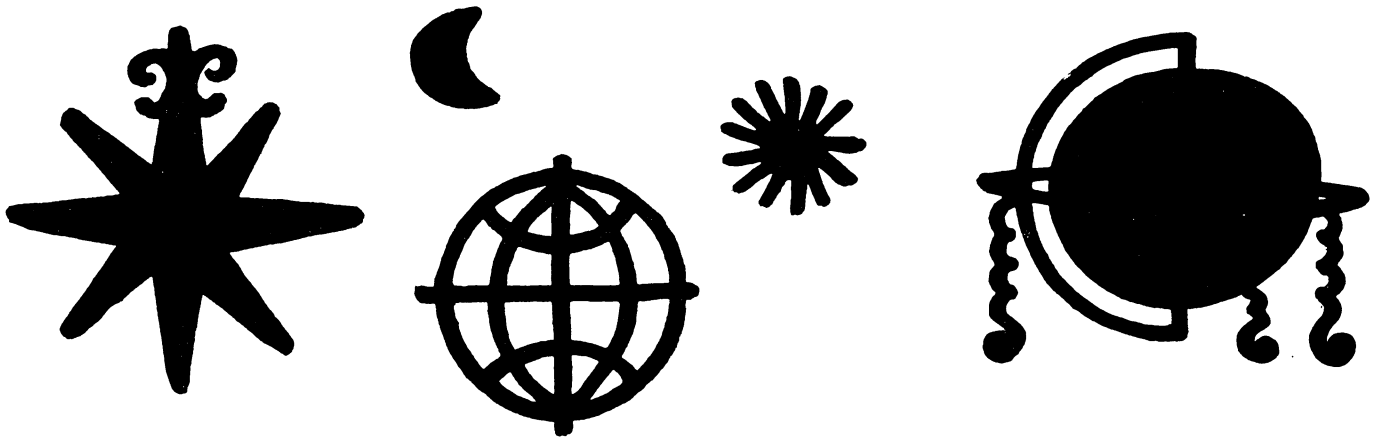
Но не рассчитывайте на легкую победу, на открытие с налета, на осенившую вас идею. Все, что лежало под руками, давно уже подобрано и проверено. Только на новых фактах, на новых наблюдениях можно строить новые достижения. Факты — это кирпичи, из которых слагается человеческий опыт, это ваше орудие в творчестве.

Неустанно ищите факты, собирайте их в природе и в книгах, читайте хорошие учебники от доски до доски и, кроме того, книги, не входящие в программу. Изучайте свою специальность досконально, но не жалейте времени и на чужую. Геолог, прекрасно знающий геологию,— ценный человек, а знающий, кроме того, географию, химию или ботанику,— возможный изобретатель.

В заключение мне хочется пожелать больших успехов в труде и науке чудесной советской молодежи, всем юным читателям — будущим рабочим-новаторам, мастерам высоких урожаев, исследователям, изобретателям.

Счастливого пути вам, путешественники в третье тысячелетие!





СОДЕРЖАНИЕ

К нашим читателям 5
Счастливого пути Вам, путешественники в третье тысячелетие!— В. А. Обручев . . 8
Чем занимаются географы и геологи — Д. И. Щербаков 15
Асуанская плотина—Н. Н. Горский. . . . 21

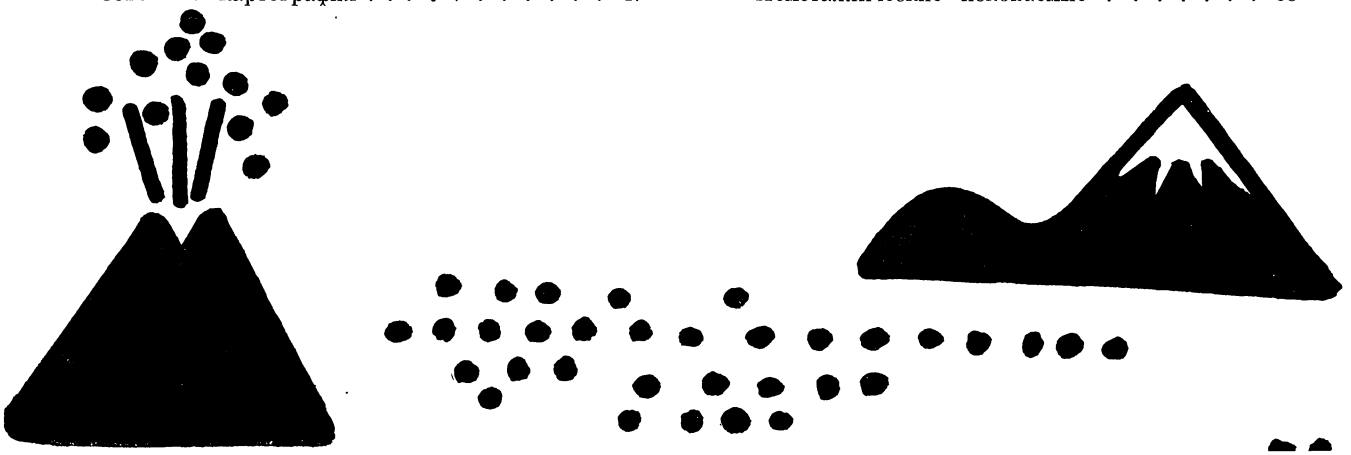
НАША ПЛАНЕТА

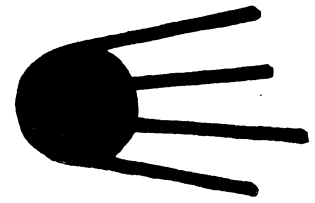
Земля как планета и ее изображение на карте

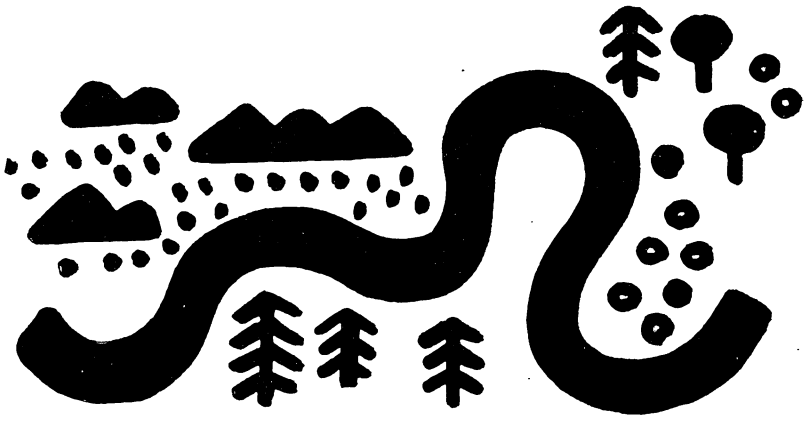
Представления древних народов о Земле — М. С. Боднарский 25
Как впервые измерили окружность Земли — Д. Л. Арманд 27
Как уточнялись знания о форме и величине Земли — Д. Л. Арманд 29
Земля — одна из планет солнечной системы — Ю. Г. Перель 31
Место Земли в солнечной системе . . . . . —
Движение и обращение Земли 33
Топографический план, карта и глобус — И. И. Заславский 36
Что такое топографический план и карта — Глобус и карта 38
Типы карт 39
Картографические проекции 40
Как создается карта 42
О чем рассказывает карта 43
Из истории картографии—П. А. Фрумкин 44
Карта в России 46
Советская картография 47

Внутреннее строение Земли

Путешествие к центру Земли — Д. И. Щербаков 49
Таинственный мир под ногами — Д. И. Щербаков 54
Земля — большой магнит — И. М. Меттер 55
В мире кристаллов — М. П. Шаскольская 60
Строение кристаллов 62
Можно ли перестроить кристаллическую структуру 64
Беспорядок в порядке и порядок в беспорядке 66
Кристаллы работают . . . . . —
Как образуются минералы и горные породы — Г. Г. Кравченко 68
Магматические (изверженные) горные породы . . . . . —
Как при кристаллизации магмы образуются полезные ископаемые 71
Осадочные горные породы 72
Метаморфические горные породы 74
Полезные ископаемые — В. С. Артамонов 75
Горючие ископаемые 76
Металлические ископаемые 82
Черные металлы и их сплавы . . . . . —
Цветные и благородные металлы . . . 84
Редкие и рассеянные металлы 86
Неметаллические ископаемые 88







Как ищут полезные ископаемые — Г. Г. Кравченко 91
Клады Земли . . . . . —
Как ищут месторождения 92
Научно обоснованные поиски 93
Зачем нужна геологическая карта и как ее составляют 96
Природа помогает искать месторождения 97
Химия и геология . . . . . —
Геологам помогают растения и животные 98
Физика и геология 99
Месторождение — магнит . . . . . —
Гравиметрическая разведка . . . . . —
Электричество ищет 100
Разведка взрывами . . . . . —
Найти месторождение — это еще не все 102
А можно ли обойтись без геологов 103
Как образуются и разрушаются горы — Г. П. Горшков 104
Землетрясения — Е. Ф. Саваренский . . 111
Что происходит при сильных землетрясениях 112
Где и почему бывают землетрясения 113
Как изучают землетрясения 114
Запись землетрясений . . . . . —
Можно ли ослабить вредные последствия землетрясений 115
Что такое вулканы — Е. П. Заварицкая 116
Подводные вулканы — Н. Н. Горский 122
Как действуют гейзеры—Е. П. Заварицкая 123

Поверхность Земли

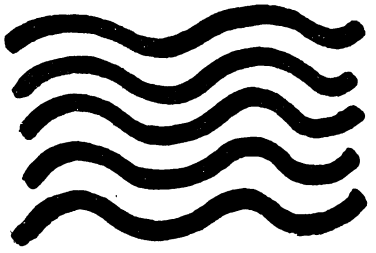
Рельеф суши — Г. П. Горшков 126
Дно Мирового океана — Г. Б. Удинцев 132
„Волшебная мельница“ — Н. Н. Горский 137
Как термометром измеряют глубины моря — Н. Н. Горский . . . . . —

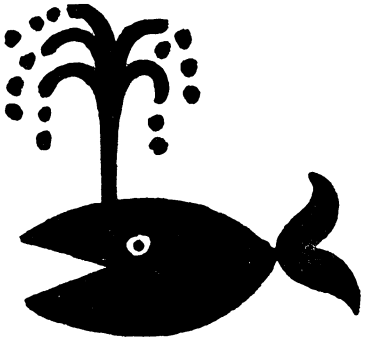
Водная оболочка Земли

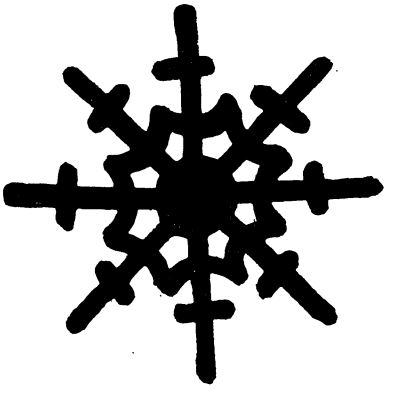
Океаны и моря — Б. П. Орлов 138
Как образовались моря . . . . . —
Почему вода океанов и морей соленая . . . 139
Течения 140
Нагон воды, „моряна“, приливы 143
От чего зависит цвет моря — Н. Н. Горский 146
Жизнь в океанах и морях — В. Г. Богоров —
Водная среда и ее особенности . . . . . —
От поверхности до океанских глубин . . . 150
По морям и океанам 152
Слоистость океана — Н. Н. Горский . . . 155
Значение океанов и морей в жизни человека — В. Г. Богоров 156
Подводное земледелие — Н. Н. Горский 161
Снег и лавины — Г. К. Тушинский . . . —
Снег . . . . . —
Лавины 164
Причины возникновения лавин . . . . . —
Борьба с лавинами 165
Ледники — Н. Н. Таусен 166
Гигантские волны — Н. Н. Горский . . . 170
Реки и озера — Н. Н. Горский 171
Подземные воды — Н. Н. Горский 180
Круговорот воды на Земле — Н. Н. Горский 185
Воду надо беречь! — Н. Н. Горский . . . 187

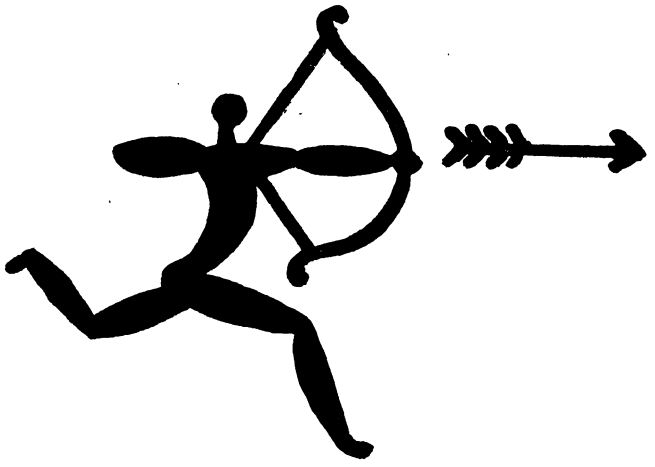
Воздушная оболочка Земли

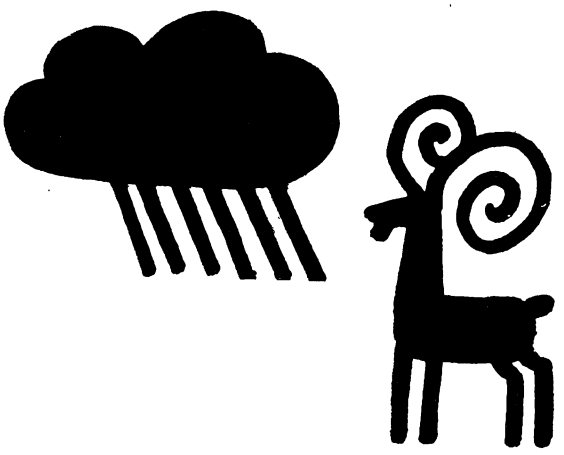
Воздушный океан — А. П. Гальцов . . . 190
Тяжесть воздушного океана . . . . . —
Слои воздушного океана 191
Чем объясняется расслоение атмосферы . . 193
Как возникают воздушные течения . . . . . —
Отклоняющая сила вращения Земли 195
Основные течения воздушного океана . . . —
Циклоны, антициклоны и фронты 196











Как наблюдают погоду — Н. В. Колобков 198
Метеорологическая и гидрологическая служба . . . . . —
Грозные и величественные явления в атмосфере — Н. В. Колобков 208
Грозы . . . . . —
Ливни 211
Почему бывает град . . . . . —
Штормы, ураганы, тайфуны 212
Шквалы 214
Смерчи (торнадо, тромбы) 215
Гало́ 216
Радуга . . . . . —
Мираж — Н. В. Колобков 217
Можно ли изменять погоду — Н. В. Колобков 218
Лондонские туманы — Н. В. Колобков 220
Климат и его роль в жизни человека — А. П. Гальцов . . . . . —
Что такое климат . . . . . —
Как формируется климат 221
Климатические зоны земного шара 223
Изменения климата 224
Солнечная активность и ее влияние на погоду и климат — Н. В. Колобков 225
Зеленый луч — Н. В. Колобков 227

Оболочка жизни

Как развивалась жизнь на Земле — Б. А. Трофимов 228
Каменная летопись . . . . . —
Моря и океаны — колыбель жизни на Земле 230
Древнейшие обитатели нашей планеты . . . 232
Пионеры суши 233
Древние ящеры 237
„Царство“ ящеров 238
Возникновение птиц, млекопитающих, цветковых растений и великое вымирание ящеров 240
Эра новой жизни 241
Как определяют возраст Земли и горных пород — И. М. Клебанова 244
Природные зоны — Б. И. Хотимский, В. М. Стригин 247
Ледяная (полярная) зона 248
Тундра 251
Лесная зона 253
Степи и лесостепи 257
Субтропические леса и кустарники 260
Пустыни 261
Саванны 264
Тропические леса 265
Человек и природа — И. М. Забелин . . . 267

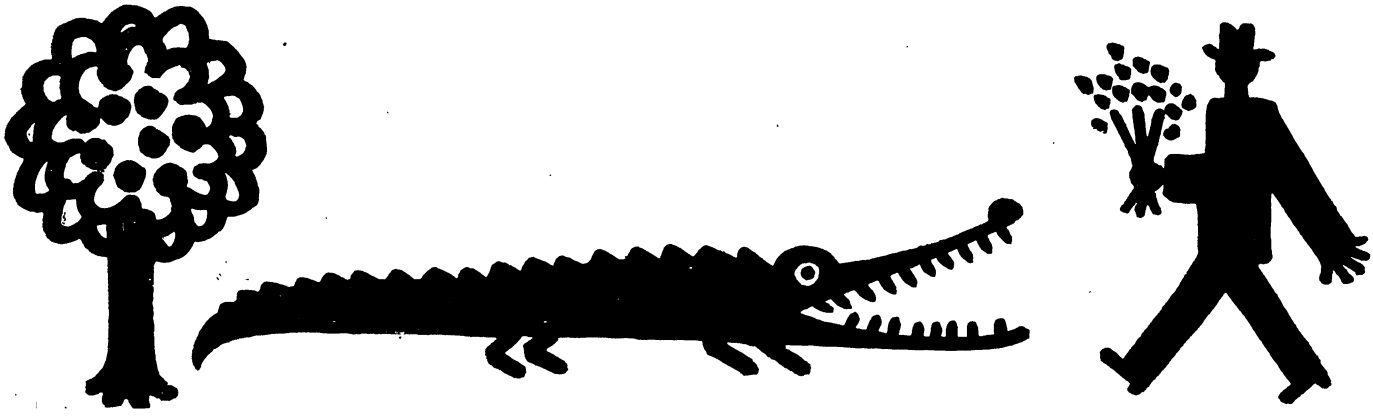
Население Земли

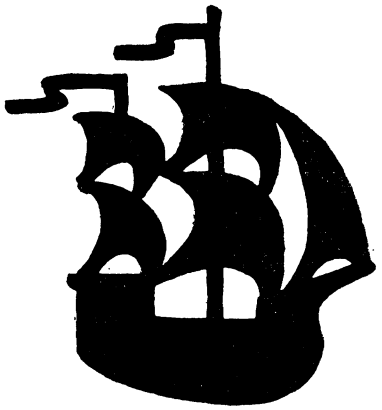
Народы мира — М. Я. Берзина 272
Человек заселяет планету . . . . . —
Расы 273
Племена, народности, нации 274
Языки народов мира 275
Народы мира 277
Неравномерное заселение Земли . . . . . —

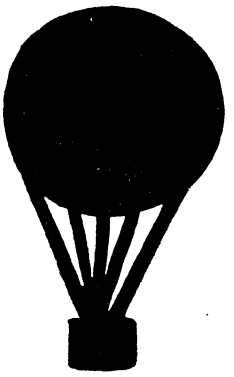
КАК ИЗУЧАЛИ ЗЕМНОЙ ШАР

Исследования материков и океанов

Старинные землепроходцы и мореплаватели . 283
Плавание Ганнона — А. Б. Дитмар . . —
Путешественники-географы древней Греции — А. Б. Дитмар 285
По следам малайских мореходов — Я. М. Свет. . 287







Венецианский путешественник Марко Поло — А. Б. Дитмар 289
«За три моря» — А. Б. Дитмар 291
Самое древнее путешествие — А. М. Кондратов 293
Эпоха великих географических открытий — А. И. Соловьев 294
Открытие Америки и «Южного моря» . . . 296
Первое кругосветное плавание 299
Завершение открытия Нового Света 300
Проблема Северо-Восточного морского пути 301
В поисках Южного материка 303
Кто открыл Америку? — А. М. Кондратов 304
Географические открытия XVIII века — Н. Г. Фрадкин 305
В Арктике и в северной части Тихого океана —
Вокруг света и в поисках Южного материка 312
Во внутренних областях континентов . . . 316
Бутылочная почта — Н. Н. Горский 318
Географические открытия XIX — XX веков — И. Л. Перваков 319
Мировой океан . . . . . —
На суше 328
Африка . . . . . —
Азия 332
Америка 338
Австралия 342
Советские географические исследования . . 345
Исследования высоких широт — И. Д. Двинский 355
Покорение Арктики . . . . . —
К Северному полюсу 358
Отважная четверка 359
Исследования Арктики в наши дни 363
Великий белый материк — Антарктида . . 364

Исследования недр Земли

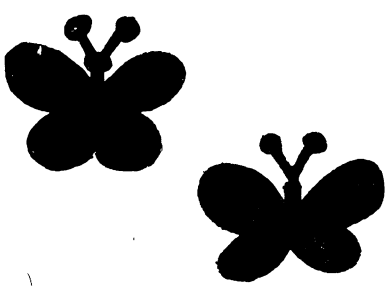
Из истории геологической науки — Ф. Д. Бублейников 370
Горняки — первые геологи 370
Зарождение геологии 371
Спор геологов 372
Определение возраста осадочных пород . . 373
Наука о вымерших организмах 374
Катастрофы или непрерывное развитие? . 375
Древние люди 376
Эпохи оледенения 377
Поднятие гор и материков 378
Геология в дореволюционной России 379
Геология в Советском Союзе 382

Юные географы и геологи

Изучайте родной край — Б. Л. Беклешев 387
Подготовка к походу . . . . . —
В походе 391
Составление маршрутной ленты . . . . . —
Описание рельефа местности 393
Геологические наблюдения . . . . . —
Гидрологические наблюдения 394
Биологические наблюдения 395
Метеорологические наблюдения 396
Глазомерная съемка местности — И. И. Заславский . . . . . —

СПРАВОЧНЫЙ ОТДЕЛ

Общие сведения о Земле — П. Д. Галкин 402
Как узнать, какой это минерал — В. Г. Музафаров 423
Как определить горную породу — И. А. Преображенский 431
Краткая хронологическая таблица по истории развития знаний о Земле — В. А. Галицкий 433
Что читать по географии и геологии — Р. П. Бамм 444
Словарь-указатель — З. С. Климова . . 454



ИЛЛЮСТРАЦИИ, ТАБЛИЦЫ И КАРТЫ НА ОТДЕЛЬНЫХ ЛИСТАХ

Каталонская карта XV века . . . . . 40—41
На обороте: Топографическая карта (*картограф В. М. Соколов и художник Д. И. Смирнов*).
Полезные ископаемые (*художник М. П. Гетманский*) . . . . . 88—89
Геологическая карта . . . . . 96—97
На обороте: Физическая карта мира (*картографы И. И. Елисова и П. К. Колдаев*).
Карымский вулкан во время извержения (*художник Р. Ж. Авотин*) . . . . . 120—121
На обороте: Долина гейзеров на Камчатке (*художник Р. Ж. Авотин*).
Карта рельефа дна Мирового океана (*картографы Е. И. Раутский и П. К. Колдаев*) . . . . . 152—153
На обороте: Жизнь моря (*художники Н. М. Лебедев и И. А. Печерский*) . . . . . 192—193
Строение атмосферы (*художник В. А. Брюн*)
На обороте: Виды облаков (цветные фото).
Местные признаки погоды . . . . . 216—217
Климатическая карта земного шара (*картограф Б. Я. Соколова*) . . . . . 224—225
На обороте: Карта природных зон земного шара (*картограф М. К. Булимова*).
Фауна и флора конца палеозоя (*художники К. К. Флеров и И. А. Печерский*) 232—233
На обороте: Фауна и флора середины мезозоя (*художники К. К. Флеров и И. А. Печерский*).
Фауна и флора середины кайнозоя (*художники К. К. Флеров и И. А. Печерский*) . . . . . 236—237
На обороте: Схема геохронологического распространения главных групп беспозвоночных, позвоночных и растений (по *В. В. Друщицу*).
Ископаемые животные. Таблицы с 1—8 (*художник К. К. Флеров*) . . . . . 240—241
В хвойном лесу . . . . . 256—257
На обороте: В зимний день.
Величественны и суровы горы Центрального Кавказа . . . . . 260—261
На обороте: Авачинская сопка.
Фотографии к статье «Народы мира» (12 стр.) . . . . . 272—273
Ганнон и его спутники наблюдают извержение вулкана Феон-Охема (*художник С. К. Русаков*) . . . . . 288—289
На обороте: Марко Поло на пути к родным венецианским берегам (*художник В. А. Брюн*).
Участники Великой Северной экспедиции на Таймыре (*художник Г. Г. Макаров*) 356—357
На обороте: Советские теплоходы в Антарктиде (*художник Р. Ж. Авотин*).
В горах из ледников рождаются реки 396—397
На обороте: Уссурийская тайга.
Минералы. Цветные таблицы 1 — 2 (*художник С. Д. Знойко*) . . . . . 424—425
Минералы. Цветные таблицы 3 — 4 (*художник С. Д. Знойко*) . . . . . 428—429
Минералы. Цветные таблицы 5 — 6 (*художник С. Д. Знойко*) . . . . . 432—433

ЧЕМ ЗАНИМАЮТСЯ ГЕОГРАФЫ И ГЕОЛОГИ

Вероятно, при слове «география» вам прежде всего представляются дальние страны, тропические леса и саванны, песчаные пустыни и оазисы, тундра или полярные льды. Вы вспоминаете об отважных путешественниках, открывавших новые земли. Но многие ли из вас знают, какая это сложная наука, какими путями развивалась она?

Корни географической науки уходят в глубокую древность. Наши далекие предки неплохо знали географию тех мест, в которых обитали, и умели изобразить их на примитивных картах, нарисованных на песке, вырезанных на дереве, коре, камне. Зачатки настоящих научных географических знаний возникли во времена рабовладельческого строя у древних народов Азии — ассиро-вавилонян, персов, индийцев, финикиян, а также в Египте. Замечательные мореплаватели древности — финикияне, жившие на восточном побережье Средиземного моря, уже знали не только берега этого моря, но около 1200 г. до н. э. проникли за Гибралтар и затем доходили на севере до Британских о-вов, а на юге — по крайней мере до Канарских о-вов.

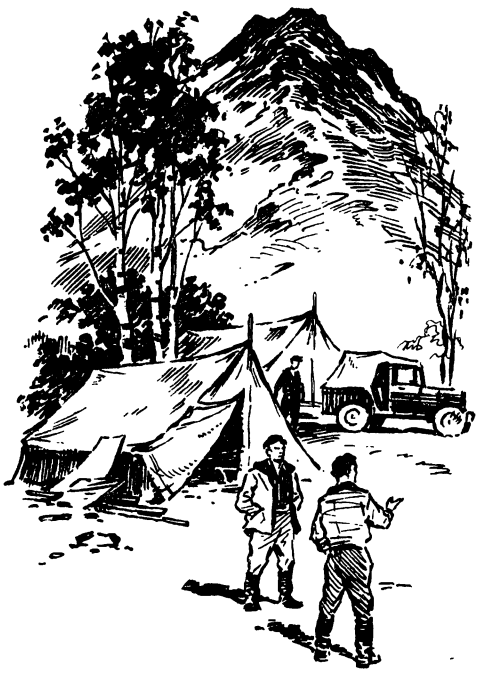
География пережила несколько периодов расцвета, тесно связанных с важными историческими событиями. Например, в эпоху великих географических открытий, в XV—XVII столетиях, крупнейшие феодальные государства, заинтересованные в открытии и захвате новых земель — колоний, снаряжали одну экспедицию за другой в далекие страны. Вот тогда-то и была открыта Америка и проложены морские пути из Европы в Индию и другие страны Востока.

Долгое время географы занимались открытием и исследованием разных стран: они изучали пути сообщения, связывающие между собой эти страны, собирали сведения о строении земной поверхности, растительном и животном мире, населении и хозяйстве. Человека манили к себе еще неизвестные ему земли, открытие которых сулило богатство. Все увиденное путешественники старались подробно описать.

Но со временем людей перестали удовлетворять одни описания и они стали искать объяснение явлениям природы. Так география превратилась в науку, исследующую причины и связь природных явлений, а также их влияние на хозяйственную деятельность человека.

В наше время познавательное направление в географии сменилось новым. Теперь география стремится активно воздействовать на природу. Задачей современной географии все больше становится не только изучение вновь открываемых территорий, но и лучшее освоение человеком Земли. Главная цель современной географии — помогать человеку вести хозяйство на научной основе, как можно лучше использовать природные ресурсы, восстанавливать их путем преобразования природы.

География как наука распадается на две главные ветви: физическую географию и экономическую географию.



Физическая география исследует окружающие нас природные оболочки, т. е. нижнюю часть атмосферы (воздушной оболочки), воды океанов, морей и суши, почвенный покров, растительный и животный мир, поверхность земной коры, их взаимосвязи. Советская физическая география стремится познать природные свойства среды, в которой протекает жизнь человека, чтобы разумно использовать ее и преобразовывать в интересах людей.

В процессе развития и накопления научных знаний в XIX и XX вв. от физической географии отделились и обособились некоторые ветви географической науки, каждая из них изучает теперь отдельные части географической среды — это геоморфология (наука о рельефе земной поверхности и его развитии), гидрология (наука о водной оболочке Земли), климатология, ботаническая география, зоогеография, география почв и др.

Однако окружающая нас географическая среда представляет единое целое. Это еще в конце прошлого века показал замечательный русский ученый-естествоиспытатель В. В. Докучаев. Крупнейшие советские географы, продолжая разработку докучаевских идей, установили, что в природной географической среде все тесно связано и взаимодействует друг с другом — рельеф, воздушные массы, воды, почвенный и растительный покров, животный мир. Поэтому, интересуясь отдельными ветвями географической науки, никогда не надо упускать из виду взаимодействие различных процессов, совершающихся на земном шаре, их влияние на деятельность человека и влияние самого человека на ход этих природных процессов.

Экономическая география решает вопрос, как в связи с природными условиями лучше разместить различные отрасли хозяйства — промышленность, сельское хозяйство, транспорт и т. д. Она рассматривает также влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую природу. Экономическая география решает и такие общественные задачи, как рациональное (наилучшее) использование земли, борьба с силами природы, причиняющими вред человеку, и т. д. Вместе с другими географами экономико-географы изучают проблемы наиболее разумного использования природных богатств, способы их охраны, восстановления, а в ряде случаев и приумножения.

Вместе с тем географы продолжают заниматься изучением отдельных стран, или страноведением. Эта задача приобретает особое значение в наши дни, когда происходит распад колониальной системы и освободившиеся от ига империализма народы нуждаются в помощи развитых стран.

Многообразные и интересные задачи стоят перед советскими учеными, изучающими географию нашей великой Родины. Ведь СССР — крупнейшее государство в мире. Его площадь составляет 22,4 млн. *км*^{2}. С запада на восток СССР простирается на 10 тыс. *км*. Общая протяженность нашей государственной границы составляет свыше 60 тыс. *км*! Наша страна обладает всеми природными богатствами, необходимыми для экономического процветания, оборонной мощи и культурного развития народа.

Советский народ, его ученые и инженеры, опираясь на знание законов природы, преобразуют землю своей Родины и заставляют служить себе ее колоссальные богатства. Но еще немало их не используется человеком. Отыскивать и изучать новые природные ресурсы — одна из задач наших географов.

Используя естественные ресурсы, человек неизбежно преобразует окружающую природу. Сначала воздействие на природу носило неосознанный характер, люди не учитывали возможные нежелательные результаты. Напри-

мер, леса на многих давно освоенных территориях были полностью уничтожены, а в связи с этим климат стал более сухим, сократились запасы воды в реках и озерах, уменьшились рыбные богатства, пострадало и судоходство. Поэтому наряду с дальнейшим изучением природных богатств перед современной географией уже встала важная научная проблема — всесторонне исследовать происшедшие изменения в окружающей нас географической среде, вызванные деятельностью человека. Географ должен научиться предвидеть результаты того или иного воздействия человека на природу и уметь предупреждать о возможных в некоторых случаях вредных последствиях (см. стр. 267).

Много работы предстоит советским географам. В ближайшие годы необходимо провести полный учет вод на территории СССР и найти способы наилучшего использования водных ресурсов.

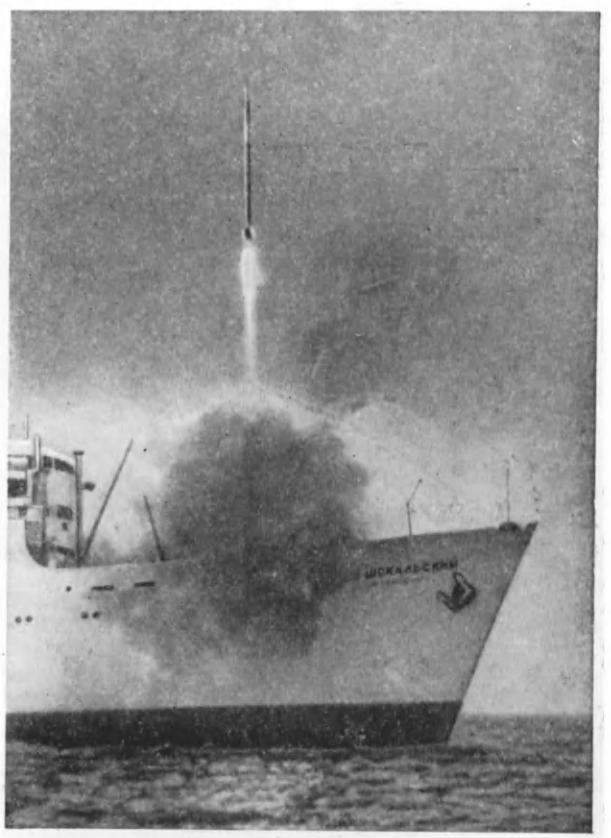
Большую тревогу вызывают процессы, разрушающие почвенный покров, уносящие из почвы питательные вещества, так называемая эрозия почвы. Однако уже теперь географы и другие ученые разработали существенные меры борьбы с таким бедствием. Но еще много предстоит сделать в этом направлении.

Умножение наших лесных богатств — тоже одна из важнейших народнохозяйственных проблем.

Советские географы с увлечением трудятся над решением задачи преобразования природы на больших территориях нашей страны. Разрабатывается проект переброски вод северных рек в бассейн Волги и искусственного регулирования уровня Каспия; решается проблема орошения и обводнения плодородных земель Средней Азии, коренного осушения и освоения огромной Западно-Сибирской низменности, постепенного уничтожения вечной мерзлоты в Восточной Сибири.

Как велико значение этих работ, можно показать на таком примере: переброска северных речных вод из бассейна Печоры и Вычегды в бассейн Волги позволит получить на гидроэлектростанциях Волжско-Камского каскада даже без установки новых агрегатов дополнительно большое количество энергии, оросить и обводнить 12—16 млн. *га* засушливых земель Приволжья и замедлить падение уровня Каспия.

Эти примеры показывают, что современная географическая наука, опираясь на богатый опыт, вооружает людей всесторонними знаниями, необходимыми для активного воздействия на природу в интересах развернутого коммунистического строительства.

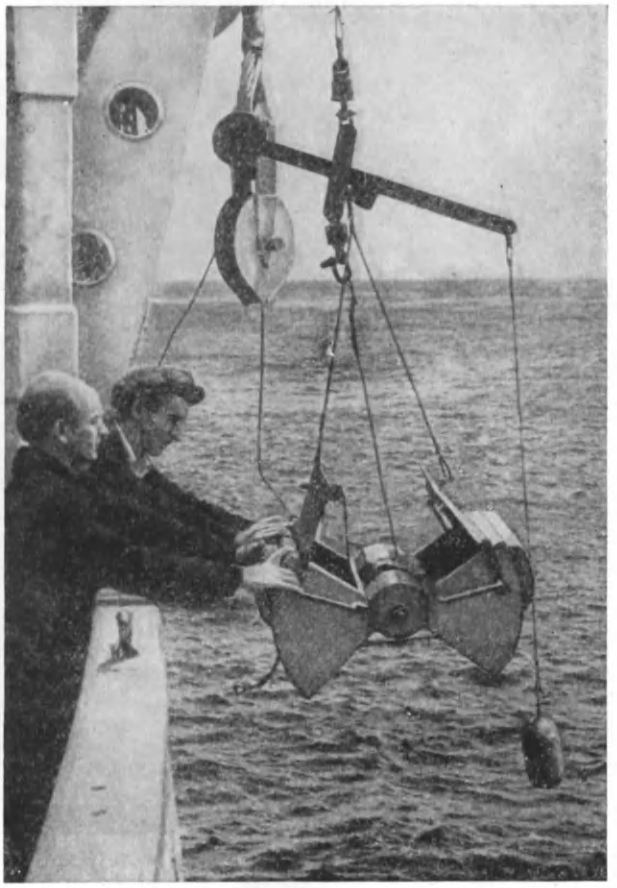


Ракеты помогают метеорологам исследовать верхние слои атмосферы.

Но еще рано утверждать, что на Земле географам уже все известно. Исследователи много нового откроют не только в глубинах океанов, занимающих $^2/_3$ поверхности Земли, но и во многих областях суши. Пока очень слабо изучен огромный Антарктический материк. Много неизвестного таят горы и пустыни Центральной Азии. Географы еще плохо знают Южную Америку и некоторые другие районы земного шара.

Обычно для таких исследований снаряжаются комплексные экспедиции с участием большого числа разных специалистов.

Современные экспедиции богато оснащены новой техникой: они пользуются разнообразными точными приборами, походными лабораториями, радиоприемниками и передатчиками, механизированным транспортом (самолетами, вертолетами, вездеходами). Акваланги



Дночерпатель, опущенный с научно-исследовательского корабля, захватит со дна моря грунт с животными организмами.

позволяют ученым исследовать подводное царство вблизи берегов, а батискафы — опускаться на дно глубочайших впадин океана.

Однако дело не только в высокой технике. Изменился сам способ изучения природы: экспедиции превратились как бы в исследовательские институты на колесах. Карандаш, полевая сумка и фотоаппарат, конечно, не потеряли своего значения, но теперь записи в полевой книге не ограничиваются тем, что видит участник экспедиции. В своей работе он широко использует показания различных приборов и механизмов. Конечно, и в новых условиях огромное значение имеет творческая мысль ученого и острота его глаза. Уметь видеть, наблюдать и делать выводы — необходимое и важное качество работника экспедиции.

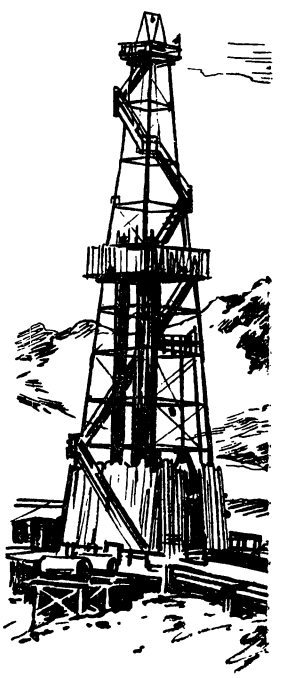
Далеко не всем выпадает счастье участвовать в работах больших экспедиций. Значит ли это, что для молодого географа не найдется другой интересной работы? Конечно, нет. Не менее важная и увлекательная задача для молодого географа — научное исследование природных и экономических условий своего родного края. Такой творческий труд — важное звено в цепи дел, обеспечивающих строительство коммунизма.

Каждый географ должен быть патриотом, горячо любить свою Родину. А любить свою Родину — это значит стараться сделать ее еще более прекрасной, переделать ее природу в лучшую сторону и подчинить разумной воле людей.

Изучение природы не может ограничиться исследованием поверхности Земли. В недрах планеты хранятся богатства, без которых невозможно существование человеческого общества. Исследованием недр Земли занимаются геологи. Наука о недрах Земли и ее богатствах — г е о л о г и я. Она изучает также строение земного шара, условия образования нашей планеты и историю развития жизни на ней.

Основные знания о камне, о минерале как полезном ископаемом необходимы каждому советскому гражданину, и в особенности нашей молодежи — будущим разведчикам недр, химикам и металлургам, создателям городов, участникам замечательных строек коммунизма.

Сколько интересной работы открывают перед нашей молодежью поиски минерального сырья и дальнейшее изучение в лаборатории собранного материала, и какое огромное удовлетворение дает исследователю недр сознание, что его открытие улучшает жизнь советских людей.



Одна из ветвей геологии — м и н е р а л о г и я, наука о свойствах минералов, об условиях их образования и распространении в земной коре.

Минералы образуются в результате разнообразных природных процессов: из расплавленной магмы при ее остывании, из горячих газов и паров, выделя-

Экспедиции забираются в самое сердце раскаленной пустыни Каракумы.

ющихся из магмы, из глубинных горячих водных растворов, из холодных вод при их испарении или смешении с водами иного состава. Минералы отлагаются также в результате жизнедеятельности бактерий и организмов (см. стр. 72). В зависимости от среды, в которой находятся минералы, они могут разрушаться, менять свой состав, облик и превращаться в другие минералы. Значительная часть минералов имеет большое практическое значение.

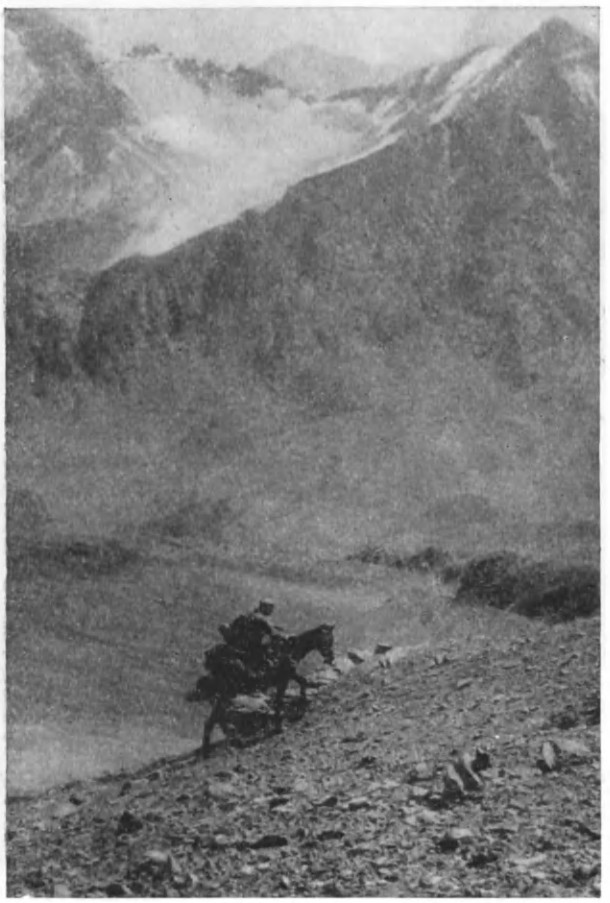
Из минералов или их обломков состоят горные породы. Они слагают земную кору. В них находятся, или, как говорят геологи, залегают, руды железа и цветных металлов, уголь, нефть и т. д. Горные породы изучает особая ветвь геологической науки — петрография.

Горные породы важны и как документы, раскрывающие историю Земли. Каждый слой земной коры представляет как бы страницу книги истории природы. Но в этой книге многие «листы» от времени стали неразборчивы или местами совсем исчезли. Геология учит читать эту книгу природы и отыскивать ее недостающие страницы. Особенно привлекательна для геологов возможность восстановить прошлое Земли, несмотря на неполноту «текста» истории нашей планеты и обилие в нем загадочных мест.

В пластах осадочных пород нередко можно заметить остатки растений или животных: различные раковины моллюсков, панцири ракообразных, кости позвоночных, стволы и сучья деревьев. Встречаются также отпечатки на горной породе листьев, стеблей, крыльев насекомых. Все эти остатки называются окаменелостями. По ним палеонтология (наука о древних существах) восстанавливает картину постепенного изменения растительного и животного мира на протяжении миллионов лет (см. стр. 228). В настоящее время геологи с помощью физиков и химиков научились определять абсолютный возраст минералов и горных пород, т. е. возраст, выраженный в годах.

Многие минералы оказались своеобразными хранителями «времени» (радиоактивные минералы), и по их составу стало возможным определить время их образования (см. стр. 244).

Важнейшее звено геологической работы, объединяющее теорию с практикой,— геологическая карта. Она представляет собой обыкновенную топографическую карту, на которой показано распространение различных пород, их геологический возраст и как они залегают.



Нелегко перебираться через перевалы Тянь-Шаня.

Таким образом, геологическая карта до некоторой степени — документальное отображение горных пород, которые слагают земную поверхность.

Все разделы геологической науки, а также геологическая карта,необходимы для осуществления успешных поисков и разведки полезных ископаемых.

Современная промышленность с ее высокой техникой и огромными масштабами требует гигантского количества разнообразного минерального сырья. Нельзя себе представить ни одной отрасли хозяйства без железа и угля; без нефти была бы мертва вся «подвижная» техника, а современная химия не имела бы возможности так широко производить различные синтетические материалы. Без редких элементов невозможно изготовить различные сложнейшие машины и точнейшие приборы, которые используются в металлургии, химии, машиностроении, авиации, космонавтике. Не может обходиться промышленность без цветных металлов — меди, цинка, олова, свинца, алюминия и магния. Невозможно повысить и плодородие почв без применения так называемых агрономических руд — фосфоритов, апатита и калийных солей.

Нисколько не преувеличивая, можно сказать, что материалы минерального происхождения представляют собой материальную базу всего хозяйства нашего времени.

Ежегодно не менее 4—5 млрд. *Т* различных полезных ископаемых извлекается из недр Земли, подвергается сложнейшим процессам металлургической, химической, электрохимической и электрометаллургической переработки.

Однако полезных ископаемых для народного хозяйства требуется с каждым годом все больше и больше.

Программа Коммунистической партии Советского Союза, принятая XXII съездом, ставит перед нашими геологами огромные практические задачи: обеспечить потребности страны на много лет вперед в самых разнообразных видах минерального сырья.

В нашей стране широко ведутся поиски и разведка полезных ископаемых.

Они осуществляются огромной, постоянно растущей армией геологов, разведчиков и горняков — сотнями тысяч специалистов.

Если еще недавно геолог работал в поле один или в сопровождении сборщика образцов (коллектора), то теперь геологические партии представляют собой большие коллективы в десятки и сотни специалистов, снабженных всеми видами транспорта, радиостанциями, геофизическими приборами и походными химическими лабораториями.

Геологи пока знают очень мало о строении глубин земной коры, так как непосредственному наблюдению доступна только самая верхняя ее часть. Изучить глубины Земли очень важно по многим причинам. Ученые признают большое влияние глубоких недр Земли на процессы образования месторождений минерального сырья. С глубинами Земли связаны вулканические явления и землетрясения. Поэтому дальнейшее развитие знаний о строении и составе Земли, а также решение вопроса, как образуются месторождения полезных ископаемых, невозможно без непосредственного исследования глубин земной коры и ее подкоровой части.

Высокий уровень техники наших дней дает

возможность геологам осуществить сверхглубокое бурение до 10—15 *км* на материке и на океаническом дне.

В СССР уже приступили к подготовке такого бурения.

Другая важнейшая задача, стоящая перед учеными-геологами и практиками,— это разработка основ научного прогноза (предсказания) залегания полезных ископаемых в определенных районах Земли. Установив законы размещения различных месторождений, геологи создадут прогнозные карты, которые обеспечат успешные поиски так называемых «слепых» рудных тел, т. е. глубоко залегающих в Земле месторождений.

До сих пор геологи интересовались только сушей, но сейчас они начали изучать геологию океанического дна, занимающего около 71% всей площади земной поверхности. Геофизические исследования показали, что существуют различия в строении и мощности земной коры под континентами и океанами.

Такие исследования не только обогащают науку, они приносят важные практические результаты.

В ближайшие десятилетия, вероятно, осуществится геологическая съемка материковой отмели и, может быть, даже материкового склона (см. стр. 134).

Возрастет мировая добыча нефти с морского дна, начнется разработка марганцевых руд со дна океана и т. д.

На дрейфующей станции около Северного полюса теодолитом определяют широту и долготу.

Успехи географических и геологических наук усиливают власть людей над природой и помогают лучше использовать богатства недр Земли.

В нашей стране труд географа и геолога почетен и благороден. Он направлен на пользу великого дела — строительства коммунизма.

Асуанская плотина

Сто тысяч человек строили пирамиду Хеопса 20 лет. В древности ее считали одним из чудес света. Это величественное, но бесполезное сооружение.

Асуанскую плотину на Ниле строят 25 тыс. человек, и все работы будут завершены за 8 лет. В нее можно уложить 16 таких пирамид! Высота плотины 111 *м*, а объем 4 *км*³.

Плотина стала символом дружбы арабского и советского народов. На строительстве работают 2,5 тыс. советских инженеров и мастеров.

Труду проектировщиков и строителей предшествовала большая работа геологов и географов, которые изучили грунты в районе плотины, территорию затопления и орошения.

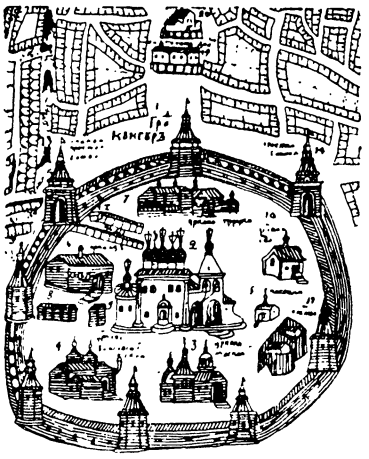
Асуанская плотина сооружается по советскому проекту, который комиссия экспертов признала лучшим из числа предложенных специалистами СССР, США, Англии и ФРГ.

Нил—река жизни для 27 млн. жителей ОАР. Но это капризная река. Годовой ее сток в среднем 95 *км*³. В период разлива она давала полям в среднем 15 *км*³ воды, а иногда в два раза меньше. В такие годы наступала засуха, а с ней — голод. Если сток Нила в половодье увеличивался вдвое, то река смывала десятки селений, гибли тысячи гектаров пашни.

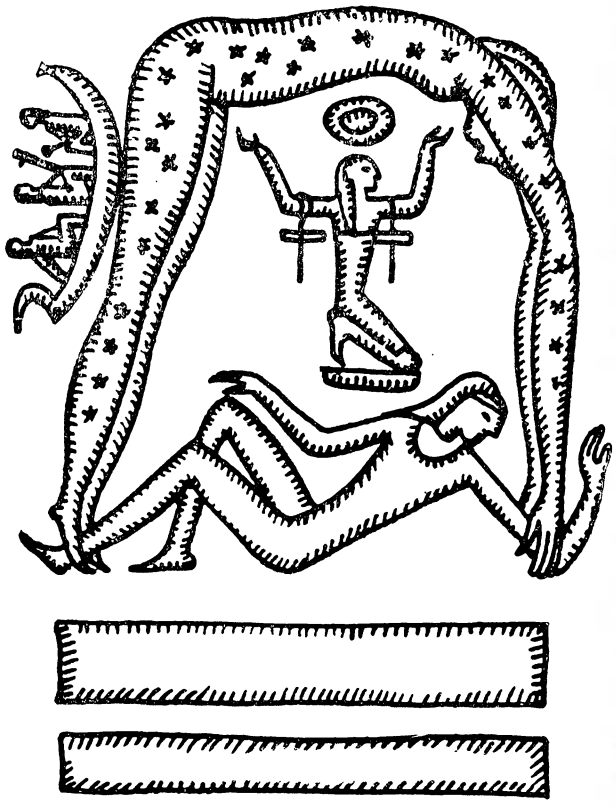
Вскоре человек у пульта управления, нажав кнопку, будет регулировать сток нильских вод из искусственного озера. Сейчас земледельцы ОАР и Судана берут от реки 52 *км*³ воды. Водохранилище позволит брать в 2,5 раза больше. Площадь возделываемых земель увеличится на одну треть.

По мощности, равной 2100 тыс. *квт*, Асуанская гидростанция займет одно из первых мест в мире. 2500 *км* высоковольтных линий электропередачи понесут отсюда электроэнергию по всей стране.

Строительство плотины начали в 1960 г., а в мае 1964 г. Нил был уже перекрыт. Река потекла по каналу, высеченному в скале, водохранилище стало заполняться. Площадь его будет равна $^2/_3$ поверхности Ладожского озера. День перекрытия Нила был праздником арабского народа, вступившего в новый этап культурного и хозяйственного развития.



наша планета



ЗЕМЛЯ КАК ПЛАНЕТА И ЕЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ НА КАРТЕ

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДРЕВНИХ НАРОДОВ О ЗЕМЛЕ

Правильные сведения о Земле и ее форме появились не сразу, не в одно время и не в одном месте. Однако, где именно, когда, у какого народа они были наиболее правильными, выяснить трудно.

Уж очень мало сохранилось об этом достоверных древних документов и материальных памятников.

По преданию, древние индийцы представляли себе Землю в виде плоскости.

Ценные исторические сведения о Земле и ее форме сохранились у древних народов, живших в бассейне рр. Тигра и Евфрата, дельте Нила и по берегам Средиземного моря (в Малой Азии и Южной Европе). До нашего времени дошли письменные документы из древней Вавилонии. Они имеют давность около 6000 лет.

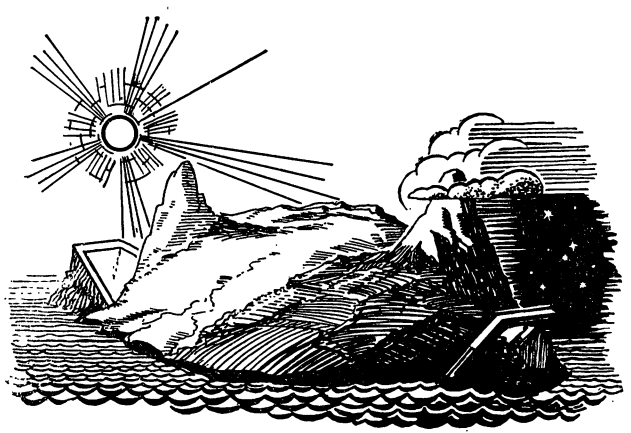
Вавилоняне в свою очередь унаследовали знания от еще более древних народов.

Вавилоняне представляли Землю в виде горы, на западном склоне которой находится Вавилония. Они заметили, что к югу от Вавилона — море, а на востоке расположены горы, через которые не решались переходить. Поэтому им и казалось, что Вавилония расположена на западном склоне «мировой» горы. Гора эта круглая, и окружена она морем, а на море, как опрокинутая чаша, опирается твердое небо — небесный мир. На небе, как и на Земле, есть суша, вода и воздух. Небесная суша — это пояс созвездий Зодиака, как плотина, протянувшаяся среди небесного моря. По этому поясу суши движутся Солнце, Луна и пять планет.

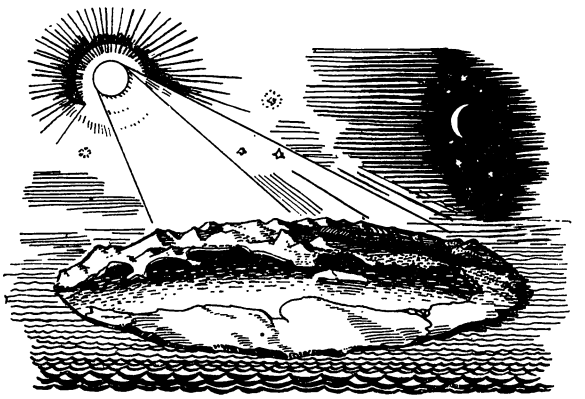
Под Землей находится бездна — ад, куда спускаются души умерших; ночью Солнце проходит через это подземелье от западного края Земли к восточному, чтобы утром опять начать свой дневной путь по небу. Наблюдая заход Солнца за морской горизонт, люди думали, что оно уходит в море и восходить должно также из моря.

В основе представлений древних вавилонян о Земле лежали, таким образом, наблюдения за явлениями природы. Однако ограниченность знаний не позволяла им правильно объяснять эти явления.

Народы, жившие в Палестине, представляли себе Землю иначе, чем вавилоняне. Древние евреи жили на равнине, и Земля казалась им равниной, на которой кое-где возвышаются горы. Особое место в мироздании евреи отводили ветрам, которые приносят с собой то дождь, то засуху. Обиталище ветров, по их мнению, находится в нижнем поясе неба



Так представляли себе Землю древние вавилоняне.



Земля по представлению древних греков.

и отделяет собой Землю от небесных вод: снега, дождя и града. Под Землей находятся воды, от которых кверху идут каналы, питающие моря и реки. Представления о форме всей Земли у древних евреев, по-видимому, не было.

Известно, что финикияне, а также египтяне были хорошими мореплавателями: даже на небольших кораблях они смело пускались в дальние плавания и открывали новые земли.

Очень многим география обязана эллинам, или древним грекам. Этот немногочисленный народ, живший на юге Балканского и Апеннинского п-овов Европы, создал высокую культуру. Самые древние известные нам представления греков о Земле встречаются в поэмах, приписываемых Гомеру, «Одиссее» и «Илиаде». Эти поэмы передавались из уст в уста, а позднее, в VI в. до н. э., были записаны. Из этих произведений видно, что греки представляли себе Землю в виде слегка выпуклого диска, напоминающего щит воина. Сушу со всех сторон обтекает река Океан. Над Землей находится медный небосвод, по которому движется Солнце, поднимаясь ежедневно из вод Океана на востоке и погружаясь в них на западе.

Один из греческих философов, по имени Фалес (VI в. до н. э.), представлял Вселенную в виде жидкой массы, внутри которой находится большой пузырь, имеющий форму полушария.

Вогнутая поверхность этого пузыря — небесный свод, а на нижней, плоской поверхности, наподобие пробки, плавает плоская Земля. Нетрудно догадаться, что представление с Земле как о плавающем острове Фалес осно-

вывал на том факте, что Греция расположена на многочисленных островах.

Грек Анаксимандр (VI в. до н. э.) представлял Землю в виде отрезка колонны или цилиндра, на одном из двух оснований которого мы живем. Середину земли занимает суша в виде большого круглого острова — Ойкумены (т. е. населенной Земли). Ее окружает океан. Внутри Ойкумены находится морской бассейн, делящий ее на две приблизительно равные части: Европу и Азию. Греция же расположена в центре Европы, а город Дельфы — в центре Греции («пуп Земли»).

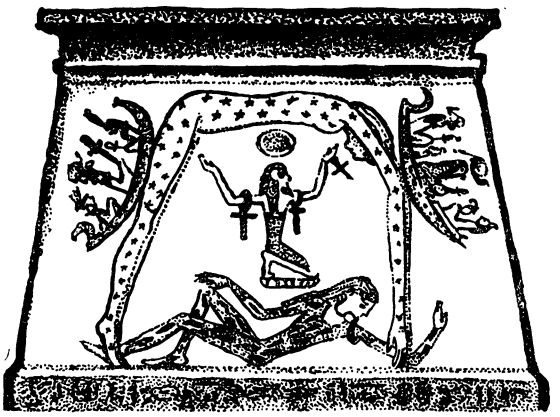
Восход Солнца и других светил на восточной стороне неба, после того как они скрылись за горизонтом на западе, Анаксимандр объяснял движением их по кругу.

Видимый нами небесный свод составляет, по его мнению, половину шара, другое полушарие находится под нашими ногами. Анаксимандр считал, что Земля — центр Вселенной.

Последователи другого греческого ученого — Пифагора — пошли дальше: они признавали, что Земля — шар. Шаровидная форма приписывалась ими не только Земле, но и другим планетам.

Знаменитый ученый древности Аристотель (IV в. до н. э.) не только принял учение о шарообразности Земли, но и первый научно доказал это. Аристотель считал, что если бы Земля не имела формы шара, то тень, которую она отбрасывает на Луну при ее затмениях, не была бы ограничена дугой окружности.

Новым этапом в развитии науки древних греков было учение выдающегося астронома древнего мира Аристарха Самосского (конец IV — первая половина III в. до н. э.).



Картина мира по представлению древних египтян: внизу — Земля, над ней — богиня неба, слева и справа — корабль бога Солнца, показывающий путь Солнца по небу (от восхода до заката).

Он высказал мысль, что не Солнце вместе с планетами движется вокруг Земли, а Земля и все планеты вращаются вокруг Солнца.

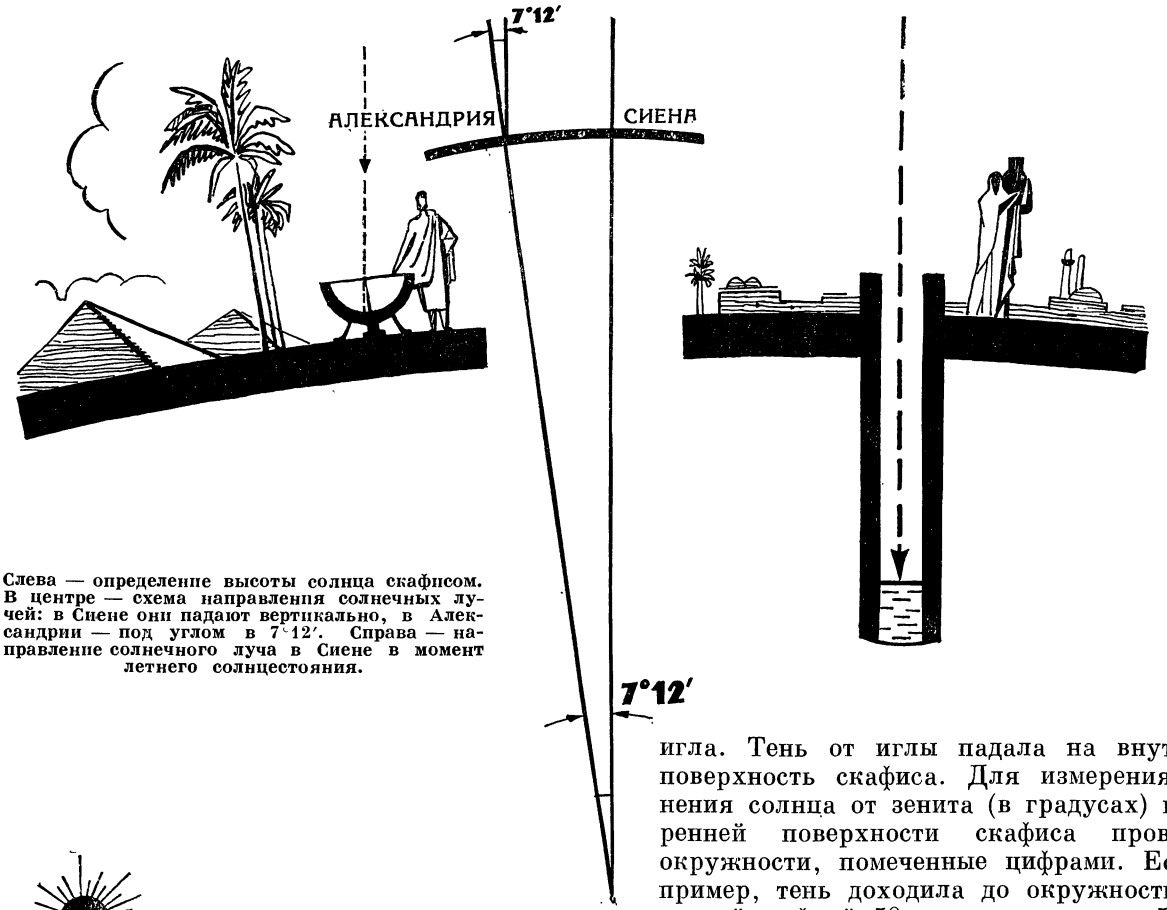
Однако он не мог научно обосновать свою мысль; прошло около 1700 лет, прежде чем это удалось сделать гениальному польскому ученому Копернику (см. т. 2 ДЭ).

Древние греки пытались даже определить размер Земли. Знаменитый писатель древности Аристофан (вторая половина V — начало IV в. до н. э.) в своей комедии «Облака» говорил о попытках определить величину Земли. Первое довольно точное измерение величины земного шара, послужившее основанием математической географии, произвел Эратосфен Киренский (II в. до н. э.) — древнегреческий математик, астроном и географ. Он, как и Аристотель, считал, что Земля имеет форму шара.

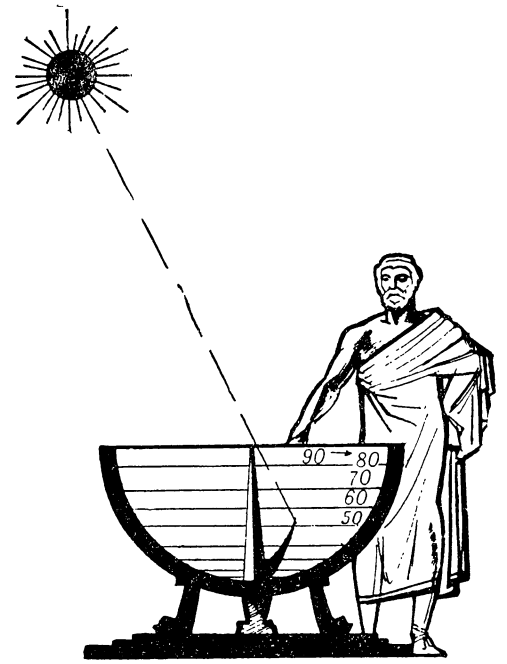
КАК ВПЕРВЫЕ ИЗМЕРИЛИ ОКРУЖНОСТЬ ЗЕМЛИ

Совершая путешествия из г. Александрии на юг, в г. Сиену (теперь Асуан), люди замечали, что там летом в тот день, когда солнце бывает всего выше на небе (день летнего солнцестояния — 21 или 22 июня), в полдень оно освещает дно глубоких колодцев, т. е. бывает как раз над головой, в зените. Вертикально стоящие столбы в этот момент не дают тени. В Александрии же и в этот день солнце в полдень не доходит до зенита, не освещает дна колодцев, предметы дают тень.

Эратосфен измерил, насколько полуденное солнце в Александрии отклонено от зенита, и получил величину, равную 7°12′, что составляет $^1/_{50}$ окружности. Это ему удалось сделать при помощи прибора, называемого скафисом. Скафис представлял собой чашу в форме полушария. В центре ее отвесно укреплялась



Слева — определение высоты солнца скафисом. В центре — схема направления солнечных лучей: в Сиене они падают вертикально, в Александрии — под углом в 7°12′. Справа — направление солнечного луча в Сиене в момент летнего солнцестояния.



Скафис — древний прибор для определения высоты солнца над горизонтом (в разрезе).

игла. Тень от иглы падала на внутреннюю поверхность скафиса. Для измерения отклонения солнца от зенита (в градусах) на внутренней поверхности скафиса проводились окружности, помеченные цифрами. Если, например, тень доходила до окружности, помеченной цифрой 50, солнце стояло на 50° ниже зенита. Построив чертеж, Эратосфен совершенно правильно заключил, что Александрия отстоит от Сиены на $^1/_{50}$ окружности Земли. Чтобы узнать окружность Земли, оставалось измерить расстояние между Александрией и Сиеной и умножить его на 50. Это расстояние было определено по числу дней, которое тратили караваны верблюдов на переход между городами. В единицах того времени оно равнялось 5 тыс. стадий. Если $^1/_{50}$ окружности Земли равняется 5000 стадий, то вся окружность Земли равна $5000 \times 50 = 250\,000$ стадий. В переводе на наши меры это расстояние приблизительно равно 39 500 *км*. Зная длину окружности, можно вычислить и величину радиуса Земли.

Радиус всякой окружности в 6,283 раза меньше ее длины. Поэтому средний радиус Земли, по Эратосфену, оказался равным круглому числу — 6290 *км*, а диаметр — 12 580 *км*. Так Эратосфен нашел приблизительно размеры Земли, близкие к тем, которые определены точными приборами в наше время.

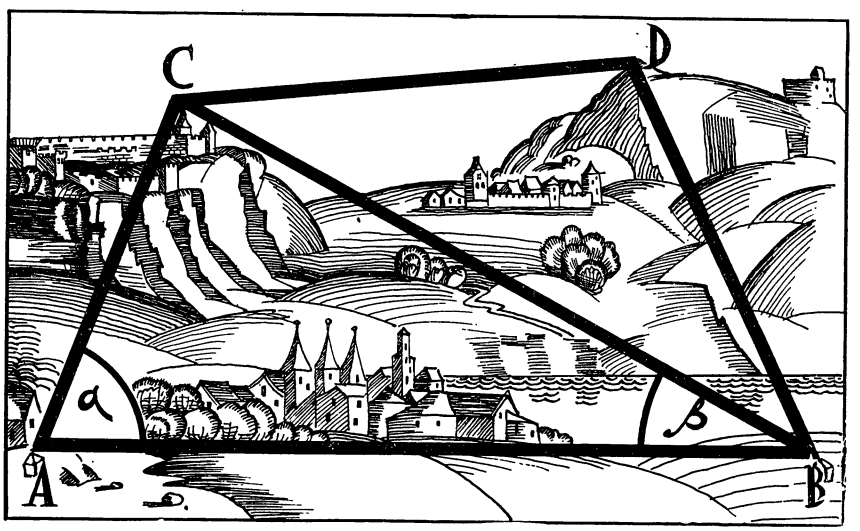
КАК УТОЧНЯЛИСЬ ЗНАНИЯ О ФОРМЕ И ВЕЛИЧИНЕ ЗЕМЛИ

После Эратосфена Киренского (см. стр. 27) на протяжении многих столетий никто из ученых не пытался вновь измерить земную окружность. В XVII в. был изобретен надежный способ измерения больших расстояний на поверхности Земли — способ триангуляции (названный так от латинского слова «триангулюм» — треугольник). Этот способ удобен тем, что встречающиеся на пути препятствия — леса, реки, болота и т. п.— не мешают точному измерению больших расстояний. Измерение производится следующим образом: непосредственно на поверхности Земли очень точно измеряют расстояние между двумя близко расположенными точками A и B, из которых видны удаленные высокие предметы — холмы, башни, колокольни и т. п. Если из A и B через зрительную трубу можно разглядеть предмет, находящийся в точке C, то нетрудно измерить в точке A угол между направлениями AB и AC, а в точке B — угол между BA и BC.

После этого по измеренной стороне AB и двум углам при вершинах A и B можно построить треугольник ABC и, следовательно, найти длины сторон AC и BC, т. е. расстояния от A до C и от B до C. Такое построение можно выполнить на бумаге, уменьшив все размеры в несколько раз или с помощью вычисления по правилам тригонометрии. Зная расстояние от B до C и наводя из этих точек зрительную трубу измерительного инструмента (теодолита) на предмет в какой-либо новой точке D, тем же путем измеряют расстояния от B до D и от C до D. Продолжая измерения, как бы покрывают часть поверхности Земли сетью треугольников: ABC, BCD и т. д. В каждом из них можно последовательно определить все стороны и углы (см. рис.). После того как измерена сторона AB первого треугольника (базис), все дело сводится к измерению углов между двумя направлениями. Построив сеть треугольников, можно вычислить по правилам тригонометрии расстояние от вершины одного треугольника до вершины любого другого, как бы далеко друг от друга они ни находились. Так решается вопрос об измерении больших расстояний на поверхности Земли. Практическое применение способа триангуляции — дело далеко не простое. Эту работу могут выполнять только опытные наблюдатели, вооруженные очень точными угломерными инструментами. Обычно для наблюдений приходится сооружать специальные вышки. Работы такого рода поручаются особым экспедициям, которые продолжаются по нескольку месяцев и даже лет.

Способ триангуляции помог ученым уточнить знания о форме и величине Земли. Произошло это при следующих обстоятельствах.

Знаменитый английский ученый Ньютон (1643—1727) высказал мнение, что Земля не может иметь форму точного шара, потому что она вращается вокруг своей оси. Все частицы Земли находятся под влиянием центробежной силы (силы инерции), которая особенно велика



Если нам нужно измерить расстояние от A до D (при этом точку D не видно из точки A), то мы измеряем базис AB и в треугольнике ABC измеряем углы, прилегающие к базису (α и β). По одной стороне и прилегающим к ней двум углам определяем расстояние AC и BC. Далее из точки C мы с помощью зрительной трубы измерительного инструмента находим точку D, видимую из точки C и точки B. В треугольнике CDB нам известна сторона CB. Остается измерить прилегающие к ней углы, а затем определить расстояние DB. Зная расстояния DB и AB и угол между этими линиями, можно определить расстояние от A до D.

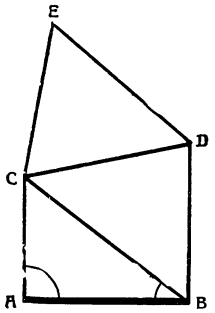


Схема триангуляции: *AB* — базис; *BE* — измеряемое расстояние.

у экватора и отсутствует у полюсов. Центробежная сила у экватора действует против силы тяжести и ослабляет ее. Равновесие между силой тяжести и центробежной силой было достигнуто тогда, когда земной шар у экватора «раздулся», а у полюсов «сплющился» и постепенно приобрел форму мандарина, или, выражаясь научным языком, сфероида.

Интересное открытие, сделанное в то же время, подтвердило предположение Ньютона.

В 1672 г. один французский астроном установил, что если точные часы перевезти из Парижа в Кайенну (в Южной Америке, вблизи экватора), то они начинают отставать на 2,5 минуты в сутки. Это отставание происходит потому, что маятник часов около экватора качается медленнее. Стало очевидно, что сила тяжести, которая заставляет маятник качаться, в Кайенне меньше, чем в Париже. Ньютон объяснил это тем, что на экваторе поверхность Земли находится дальше от ее центра, чем в Париже.

Французская академия наук решила проверить правильность рассуждений Ньютона. Если Земля имеет форму мандарина, то дуга меридиана размером в 1° должна удлиняться при приближении к полюсам. Оставалось при помощи триангуляции измерить длину дуги в 1° на разном расстоянии от экватора. Измерить дугу на севере и на юге Франции поручили директору Парижской обсерватории Джованни Кассини. Однако южная дуга у него получилась длиннее северной. Казалось, что Ньютон не прав: Земля не сплюснута, как мандарин, а вытянута подобно лимону.

Но Ньютон не отказался от своих выводов и уверял, что Кассини ошибся при измерениях.

Между сторонниками теории «мандарина» и «лимона» разгорелся ученый спор, который длился 50 лет. После смерти Джованни Кассини его сын Жак, также директор Парижской обсерватории, чтобы защитить мнение своего отца, написал книгу, где доказывал, что по законам механики Земля должна быть вытянута, как лимон. Чтобы окончательно решить этот спор, Французская академия наук снарядила в 1735 г. одну экспедицию к экватору, другую — к северному полярному кругу.

Южная экспедиция проводила измерения в Перу. Для измерения была выбрана дуга меридиана длиной около 3° (330 *км*). Она пересекала экватор и проходила через ряд горных долин и высочайших горных хребтов Америки.

Работа экспедиции продолжалась восемь лет и была сопряжена с большими трудностями и опасностями. Однако ученые выполнили свою задачу: градус меридиана у экватора был измерен с очень большой точностью.

Северная экспедиция работала в Лапландии (так до начала XX в. называлась северная часть Скандинавского и западная часть Кольского п-овов).

После сравнения результатов работы экспедиций выяснилось, что полярный градус длиннее экваториального. Следовательно, Кассини действительно ошибался, а Ньютон был прав, утверждая, что Земля имеет форму мандарина. Так кончился этот затянувшийся спор, и ученые признали правильность утверждений Ньютона.

В наше время существует особая наука — г е о д е з и я, которая занимается определением величины Земли при помощи точнейших измерений ее поверхности. Данные этих измерений позволили достаточно точно определить действительную фигуру Земли.

Геодезические работы по измерению Земли проводились и проводятся в различных странах. Такие работы выполнены и в нашей стране. Еще в прошлом веке русскими геодезистами была проделана очень точная работа по измерению «русско-скандинавской дуги меридиана» протяжением более 25°, т. е. длиной почти в 3 тыс. *км*. Ее назвали «дугой Струве» в честь основателя Пулковской обсерватории (под Ленинградом) Василия Яковлевича Струве, который задумал эту огромную работу и руководил ею.

Градусные измерения имеют большое практическое значение прежде всего для составления точных карт. Как на карте, так и на глобусе вы видите сеть меридианов — кругов, идущих через полюсы, и параллелей — кругов, параллельных плоскости земного экватора. Карта Земли не могла быть составлена без длительной и кропотливой работы геодезистов, определявших шаг за шагом на протяжении многих лет положение разных мест на земной поверхности и затем наносивших полученные результаты на сеть меридианов и параллелей. Чтобы иметь точные карты, требовалось знать действительную форму Земли.

Результаты измерений Струве и его сотрудников оказались очень важным вкладом в эту работу.

Впоследствии другие геодезисты с большой точностью измерили длины дуг меридианов и параллелей в разных местах земной поверхности. По этим дугам при помощи вычислений удалось определить длину поперечников Земли в плоскости экватора (экваториальный диаметр) и в направлении земной оси (полярный диаметр). Оказалось, что экваториальный диаметр длиннее полярного примерно на 42,8 *км*. Это еще раз подтвердило, что Земля сжата с полюсов. По последним данным советских ученых, полярная ось на $^{1}/_{298,3}$ короче экваториальной.

Допустим, мы хотели бы изобразить отклонение формы Земли от шара на глобусе с поперечником в 1 *м*. Если шар по экватору имеет поперечник точно 1 *м*, то его полярная ось должна быть всего лишь на 3,35 *мм* короче! Это столь малая величина, что на глаз ее нельзя обнаружить.

Форма Земли, таким образом, очень мало отличается от шара.

Можно подумать, что неровности земной поверхности, и особенно горные вершины, высочайшая из которых Джомолунгма (Эверест) достигает почти 9 *км*, должны сильно искажать форму Земли. Однако это не так. В масштабе глобуса диаметром в 1 *м* девятикилометровая гора изобразится в виде прилипшей к нему песчинки диаметром около $^{3}/_{4}$ *мм*. Разве только на ощупь, да и то с трудом, можно обнаружить этот выступ. А с той высоты, на которой летают наши корабли-спутники, его можно различить разве по черному пятнышку тени, отбрасываемой им при низком стоянии Солнца.

В наше время размеры и форма Земли очень точно определены советскими учеными Ф. Н. Красовским, А. А. Изотовым и др.

Вот числа, показывающие размер земного шара по измерениям этих ученых: длина экваториального диаметра — 12 756,5 *км*, длина полярного диаметра — 12 713,7 *км*.

Изучение пути, пройденного искусственными спутниками Земли, позволит определить величину силы тяжести в разных местах над поверхностью земного шара с такой точностью, которой нельзя было достигнуть никаким другим способом. Это в свою очередь позволит внести дальнейшее уточнение в наши знания о размерах и форме Земли.

ЗЕМЛЯ — ОДНА ИЗ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

МЕСТО ЗЕМЛИ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Велика наша Земля. Многообразна ее природа, несметны богатства ее недр. И вместе с тем огромная Земля — лишь одна из планет, обращающихся вокруг Солнца.

Солнце по сравнению с Землей — гигантский раскаленный шар. Его поперечник в 109 раз больше поперечника Земли, а объем в 1301 тыс. раз превышает объем земного шара. Среднее расстояние от Земли до Солнца 149 500 тыс. *км* (приближенно). Поэтому Солнце представляется на небе в виде небольшого диска.

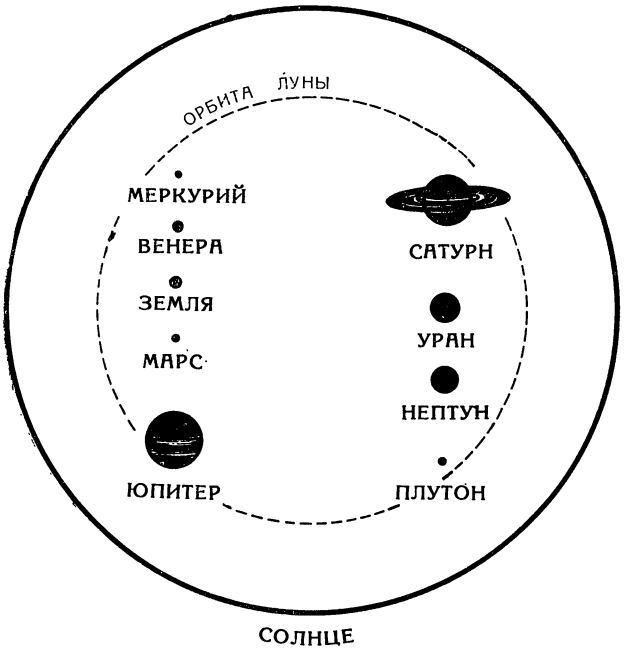
Солнце излучает в мировое пространство очень много света и тепла. Только ничтожную часть этого тепла и света — менее одной двухмиллиардной доли — получает Земля. Но и этого вполне достаточно, чтобы освещать и согревать Землю и все живущее на ней в течение миллиардов лет.

Все тела в природе обладают свойством притягивать друг друга. Это свойство тел называется «тяготением». Чем больше масса тела (т. е. чем больше в нем заключено вещества), тем больше и присущая ему сила притяжения.

Масса Земли очень велика — она составляет шесть секстиллионов тонн.

Могучая сила земного притяжения удерживает все находящееся на Земле. В наше время гигантские успехи науки и техники впервые позволили преодолеть земное притяжение и запустить в мировое пространство искусственные спутники Земли и космические корабли.

Масса Солнца в 333 тыс. раз больше массы Земли. Сила притяжения Солнца так велика, что подчиняет себе все планеты, заставляет их двигаться, или, как говорят, обращаться, вокруг Солнца. Планеты — это «вечные спутники» Солнца. Вокруг Солнца обращаются девять планет и среди них — Земля.



Сравнительные размеры Солнца, Земли и других планет.

Ближе всех к Солнцу (в среднем на расстоянии 58 млн. *км*) обращается планета Меркурий. Она значительно меньше Земли. На Меркурии нет атмосферы — значит, не может быть и жизни; у Меркурия всегда обращена к Солнцу одна и та же половина. Меркурий очень трудно наблюдать с Земли, чаще всего он теряется в лучах Солнца.

Дальше Меркурия (в среднем на расстоянии 108 млн. *км* от Солнца) обращается планета Венера — самое яркое светило на небе после Солнца и Луны. По размерам и массе Венера почти равна Земле. Венера окружена воздушной атмосферой. Плотные облака скрывают от нас ее поверхность.

Третья планета — это наша Земля. За ней, на расстоянии 228 млн. *км* от Солнца, обращается планета Марс. Эта планета значительно меньше Земли, но больше Меркурия. Марс окружен атмосферой, но менее плотной, чем атмосфера Земли. Прозрачность атмосферы Марса позволила астрономам многое узнать об устройстве его поверхности и выяснить, что на Марсе очень суровый климат. В настоящее время ученые обсуждают вопрос, могут ли существовать на Марсе некоторые виды растений. Есть ли жизнь на Марсе и на Венере — это один из волнующих вопросов науки. Выяснить его позволят, вероятно, полеты человека на эти планеты. Наверно, такие полеты осуществятся еще в нашем веке.

Гораздо дальше от Солнца (в 5 раз дальше, чем Земля) обращается планета Юпитер. Это самая большая из планет солнечной системы, по объему в 1312 раз больше Земли. Несколько меньше Юпитера следующая за ним планета — Сатурн (в 9 раз дальше от Солнца, чем Земля). Далее идут две планеты: Уран (в 19 раз дальше от Солнца, чем Земля) и Нептун (в 30 раз дальше). Обе они меньше Сатурна, но гораздо больше Земли. Эти четыре планеты называют «планетами-гигантами». Они окружены обширными атмосферами из ядовитых газов. На этих планетах господствует холод (температура 150—220° ниже нуля), и понятно, что не приходится говорить о возможности жизни на них.

И, наконец, очень далеко (в 40 раз дальше, чем Земля от Солнца) обращается вокруг Солнца еще одна планета — Плутон, о природе которой еще очень мало известно.

Есть ли планеты еще более далекие, чем Плутон, или солнечная система «заканчивается» Плутоном, мы пока не знаем.

В солнечной системе имеется еще множество малых планет (большинство из них обращается вокруг Солнца между Марсом и Юпитером). Вокруг многих больших планет обращаются их спутники, подобные Луне — спутнику Земли (например, у Юпитера известно 12 спутников). Между планетами странствуют, тоже подчиняясь солнечному притяжению, кометы.

Солнце — одна из звезд, самая близкая к нам. Ближайшая после Солнца звезда отстоит от Земли на 40 триллионов километров. Световой луч (пробегающий в секунду 300 тыс. *км*) идет от ближайшей к Земле звезды 4 $^1/_3$ года, тогда как от Солнца он приходит за 8 минут, а от Луны за 1,4 секунды.

Звезды отличаются гораздо большим многообразием, чем планеты солнечной системы. Есть звезды во много раз больше и массивнее Солнца и звезды меньше его. Известны звезды, излучающие гораздо больше тепла и света, чем Солнце, и звезды сравнительно «холодные». Несомненно, что вокруг многих звезд обращаются планеты, что на некоторых из планет существует жизнь. Но даже в самые мощные современные телескопы нельзя обнаружить планеты у близких звезд.

В ясную ночь на небе видна широкая полоса Млечного Пути. Это — огромное множество звезд, не различимых простым глазом в отдельности из-за удаленности. Млечный Путь и

все другие звезды, видимые на небе, образуют нашу Галактику — огромную звездную систему. В ней свыше 150 млрд. звезд, и Солнце — только одна из них. Солнце (а вместе с ним Земля и другие планеты) находится не в центре Галактики, а ближе к ее границе. Через всю нашу звездную систему луч света проходит приблизительно за 100 тыс. лет.

В сильные телескопы на небе можно увидеть очень мелкие туманные пятна. Это — звездные системы, подобные нашей Галактике, некоторые намного больше ее. Отстоят они от Земли так далеко, что свет от них доходит до нас за миллионы, сотни миллионов и даже миллиарды лет.

Еще в глубокой древности люди созерцали звездное небо. Уже тогда это было не простое любование величественной картиной неба. На небе подмечались изменения, которые тесно связаны с явлениями, происходящими на Земле.

Солнце каждое утро восходит над горизонтом, поднимается над ним, достигая наибольшей высоты в полдень, а затем идет к закату. Так повторяется каждые сутки. Солнце взошло — и начался день. Солнце зашло — кончился день, началась ночь.

С давних пор было замечено, что большая часть звезд каждый вечер появляется на восточной части неба, поднимается над горизонтом, достигая наибольшей высоты над ним в южной части неба, и потом заходит в западной части горизонта. В следующий вечер каждая звезда вновь восходит в той же точке неба, что и накануне.

Нужны были, однако, долгие и систематические наблюдения неба (они велись уже в глубокой древности), чтобы подметить, что Солнце изо дня в день, из месяца в месяц перемещается по небу, совершая по нему полный круг приблизительно за 365 $^1/_4$ суток, т. е. за то время, когда на Земле происходит смена времен года. При этом Солнце каждый раз движется по небу по одному и тому же пути, мимо одних и тех же звезд. Если в тот или иной момент данного года Солнце находится вблизи таких-то звезд, то так было в это же время года много лет назад, так будет и через много лет.

Луна появляется в виде узенького серпа, потом «растет», достигает полнолуния и уменьшается вновь до серпа, затем в новолуние делается невидимой. И все это происходит за 29 суток.

Издавна были замечены «блуждающие» светила — планеты, которые перемещаются по небу. У людей складывалось мнение, что Земля неподвижна, а вокруг нее ежесуточно обращается весь небесный свод с бесчисленными звездами. Солнце совершает вокруг Земли сложное движение — суточное, вместе с небесным сводом, и годичное, перемещаясь среди звезд. Луна обращается вокруг Земли за 29 суток, а планеты в разные сроки.

Ошибочное представление, что Земля покоится в центре Вселенной, а небесные тела созданы только для того, чтобы освещать и согревать Землю, поддерживалось реакционным учением церкви.

ДВИЖЕНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ

В XVI в. великий польский ученый Коперник опроверг ложное мнение о неподвижности Земли и ее центральном положении во Вселенной. Он доказал, что Земля — одна из планет, обращающихся вокруг Солнца. Одновременно она вращается вокруг своей оси. В основе открытия Коперника было правильное убеждение, что не всегда видимые движения тел являются их действительным движением. Когда, например, корабль плавно отходит от берега, то тем, кто находится на нем, кажется, что движется не судно, а берег.

Так же всем нам на Земле кажется, что Земля неподвижна, а Солнце и весь небесный свод движутся вокруг Земли. Но когда было установлено, что Земля движется вокруг Солнца и вращается вокруг своей оси, то наблюдаемые движения небесных светил получили правильное объяснение. Ежедневный восход Солнца на востоке и заход его на западе объясняются тем, что сама Земля вместе с нами ежесуточно вращается с запада на восток навстречу Солнцу. Годичное движение Солнца по небу — это отражение движения Земли вокруг Солнца.

Видимые движения планет — это не кажущиеся, а действительные их движения, но обращаются они не вокруг Земли, а вокруг Солнца. И только в отношении Луны оказалось, что она действительно движется вокруг Земли и является ее спутником. Земля совершает за 23 часа 56 минут 4,1 секунды полный оборот вокруг своей оси. Земная ось — это прямая линия, вокруг которой вращается Земля. Она пересекается с поверхностью Земли в двух точках, называемых полюсами (Северным и Южным). Время полного оборота Земли вокруг ее оси и есть сутки.

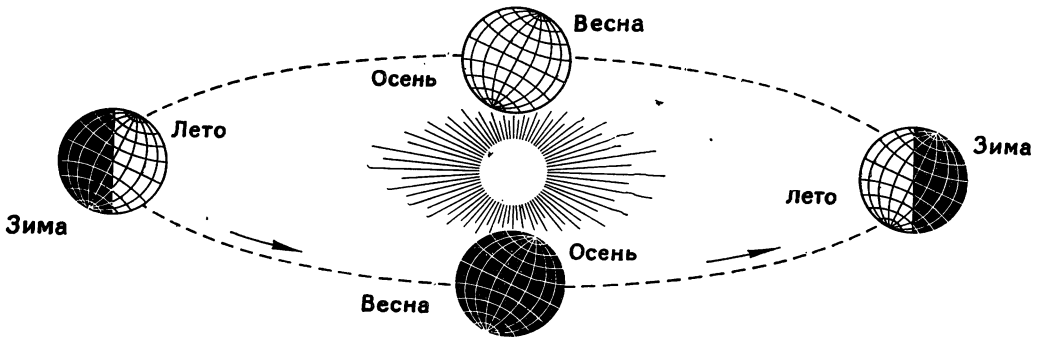


Схема движения Земли вокруг Солнца и смены времен года.

Земля сплюснута у полюсов (см. стр. 30). Такая форма Земли — одно из доказательств вращения ее вокруг оси.

Наблюдая кажущееся суточное вращение звездного неба, можно заметить, что оно как бы происходит вокруг некоторой оси, которую назвали осью мира. Она пересекает небесный свод (небесную сферу) в двух точках, которые называются Северным и Южным полюсами мира. Северный полюс мира находится около Полярной звезды.

Если мы мысленно перенесемся в южное полушарие, то там на небесной сфере найдем Южный полюс мира.

Плоскость, перпендикулярная оси мира и проходящая через глаз наблюдателя, называется плоскостью небесного экватора. Пересечение этой плоскости с небесной сферой дает линию небесного экватора. Нетрудно заметить, что звезды, расположенные около полюсов мира, движутся по небольшим окружностям; чем ближе к небесному экватору, тем больше их путь по небу. Это кажущееся движение звезд есть отражение вращения Земли вокруг своей оси.

При ежесуточных движениях звезды никогда не меняют своего расположения. (Более подробно об этом можно прочитать во 2 т. ДЭ).

Знание небесной сферы имеет большое значение для географической науки. Оно дает возможность определять точное положение на земном шаре любой точки, т. е. широту и долготу места.

Если путешествовать в северном полушарии Земли в направлении с севера на юг, то Полярная звезда (а с ней и полюс мира) оказывается все ближе к горизонту. Так было установлено, что высота Полярной звезды над горизонтом, выраженная в угловых мерах — градусах и минутах,— это географическая широта данного места на Земле.

Определение долготы того или иного места на Земле сложнее, но и оно основано на наблюдениях небесных светил.

Земля движется вокруг Солнца не по кругу, а по замкнутой кривой — эллипсу, который мало отличается от круга.

Эллипс, по которому движется Земля вокруг Солнца, называется орбитой Земли. У эллипса есть центр, где пересекаются большая и малая оси. На большой оси по обе стороны от центра, на равном расстоянии от него находятся особые точки, так называемые фокусы. В одном из них расположено Солнце, поэтому расстояние от Земли до Солнца постоянно меняется. Земля ближе к Солнцу в начале января, а дальше от него — в начале июля. Если бы при движении Земли ее ось была бы расположена под прямым углом к орбите, а плоскость экватора совпадала бы с плоскостью орбиты, то солнечные лучи освещали и согревали бы Землю одинаково в течение всего года. Правда, по поверхности Земли они распределялись бы неравномерно. Как и теперь, на экваторе было бы жарко, а чем ближе к полюсам, тем холоднее. Но в каждой местности температура оставалась бы круглый год неизменной — не было бы ни зимы, ни лета, ни весны, ни осени, а день и ночь имели бы круглый год одинаковую продолжительность.

В действительности экватор Земли наклонен к ее орбите на 23°27′. Поэтому солнечные лучи в течение года по-разному освещают северное и южное полушария. На Земле из-за неравномерности освещения и нагревания ее солнцем происходят сезонные изменения погоды, которые мы называем сменой времен года.

Но одни и те же времена года в северном и южном полушариях наступают в разные календарные сроки.

В северном полушарии астрономы считают началом лета 22 июня, потому что это самый длинный день в этом полушарии. В это время

земная ось расположена таким образом, что северное полушарие наклонено к Солнцу, а южное — от Солнца. При таком положении Земли в наибольшей степени освещается и согревается ее северное полушарие. Южное полушарие «обижено» Солнцем: там 22 июня — начало зимы. И в те самые дни, когда мы, жители северного полушария, больше всего избалованы солнечным светом и теплом, из далекой Антарктиды приходят известия о морозах, достигающих 70°, а иногда и более 80°.

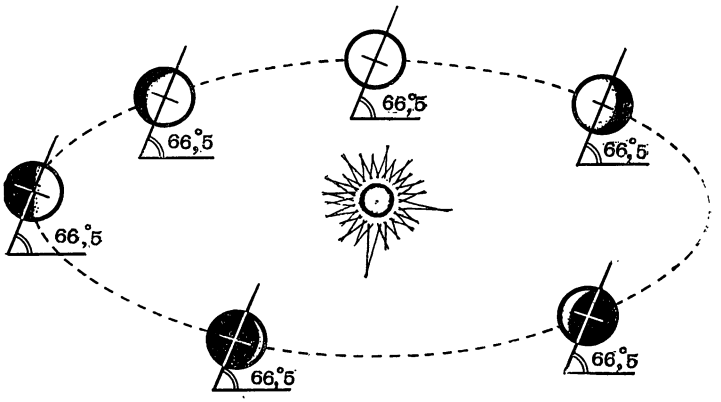
Совсем противоположная картина наблюдается спустя полгода—22 декабря. В это время Земля, двигаясь по своей орбите, будет находиться в точке, противоположной той, в которой она была 22 июня. Теперь южное полушарие будет в наибольшей степени освещаться Солнцем и получит больше тепла и света. В южном полушарии 22 декабря начинается лето, а в северном — зима.

В северном полушарии 22 июня — самый длинный день и самая короткая ночь, в южном — самый короткий день. 22 декабря, наоборот,— самый короткий день в северном полушарии и самый длинный в южном.

В течение года в каждом из обоих полушарий зимой и весной постепенно увеличивается день и уменьшается ночь, а летом и осенью — уменьшается день и увеличивается ночь. Длина дня зависит от широты места. К северу от полярного круга до полюса Солнце летом не опускается за горизонт. По направлению к экватору длина дня уменьшается. Зимой наблюдается обратная картина: за полярным кругом Солнце не восходит и ночь уменьшается по направлению к экватору. Два раза в год — 21 марта (начало астрономических весны в северном и осени в южном полушарии) и 23 сентября (начало астрономических осени в северном и весны в южном полушарии)—Земля занимает такое положение, когда ее северное и южное полушария освещаются одинаково. В эти дни в обоих полушариях день и ночь длятся по 12 часов. Эти дни поэтому и называются днями весеннего и осеннего равноденствия.

Таким образом, благодаря движению Земли вокруг Солнца и неизменному наклону земной оси к плоскости ее орбиты происходит смена времен года. Этим же объясняется изменение величины дня и ночи в течение года на разных широтах.

Так как солнечные лучи согревают и освещают Землю неравномерно, то на Земле не может быть единого климата, а есть несколько климатических поясов (см. стр. 223).



При движении Земли вокруг Солнца земная ось наклонена к плоскости своего пути под одним углом.

Вокруг Северного и Южного полюсов располагаются холодные пояса. Границы их — воображаемые линии, проходящие вокруг Земли на 66°, 5 от экватора. Эти линии называются полярными кругами — северным и южным.

Воображаемая линия, проходящая вокруг Земли и отделяющая жаркий пояс от умеренного пояса северного полушария, называется северным тропиком, а такая же линия в южном полушарии — южным тропиком. Оба тропика расположены на расстоянии 23°30′ от экватора.

* * *

А не может ли так случиться, что вдруг орбита Земли изменится и условия освещения и нагревания нашей планеты станут иными, такими, что жизнь на ней будет невозможна? Нет, это не произойдет. Ведь Земля и другие планеты существуют уже несколько миллиардов лет и движутся по своим орбитам. Эти орбиты, как говорят астрономы, устойчивы, и в солнечной системе нет таких сил, которые могли бы «сдвинуть» планеты с их орбит.

Выгодно ли расположена Земля в солнечной системе и выигрываем ли мы от того, что живем на Земле, а не на какой-либо другой планете?

Чтобы ответить на этот вопрос, надо вспомнить, что для жизни необходимы свет и тепло, которые планеты получают от Солнца. И понятно, что, чем дальше планета от Солнца, тем меньше этих благ она получает от него.

Мы знаем, что на одной стороне Меркурия такая высокая температура, что никакие живые существа не выдержат этого жара, а на другой стороне очень низкая температура. На далеких

планетах, начиная с Юпитера, слишком холодно и слишком мало света, чтобы там могла существовать жизнь. Только три планеты — Венера, Земля и Марс — находятся на таких расстояниях от Солнца, при которых получают от него достаточно света и тепла.

Но свет и тепло — это еще не все. Для жизни нужна атмосфера без излишка вредных газов, с достаточным содержанием кислорода, нужна вода, которая в большом количестве входит в состав живых организмов. На Земле все это есть. В разреженной атмосфере Марса не обнаружено кислорода и нет признаков, что на планете есть вода в жидком состоянии. Венеру окружает плотная атмосфера, но мы не знаем, из каких газов состоят ее нижние слои и что делается на ее поверхности, а следовательно, не знаем, может ли там существовать жизнь. Таким образом, в солнечной системе Земля занимает очень выгодное положение и имеет, как говорят, оптимальные (наилучшие) условия для развития жизни.

Выгодное ли для земных обитателей положение занимает Солнце в нашей звездной системе (Галактике)? Оказывается, что это положение не имеет для нас значения. Условия жизни на Земле зависят от Солнца и совсем не зависят от других звезд. И если бы могло так случиться, что Солнце со своими планетами ушло из нашей звездной системы, то на Земле ничего не изменилось бы.

Наша Земля как бы песчинка в мировом пространстве. Но она занимает во Вселенной свое место. Она существует и будет существовать миллиарды лет. Земля — родина и обитель человечества, и поэтому первейшая задача людей — изучать свою планету и использовать ее богатства для своего прогресса.

■

ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН, КАРТА И ГЛОБУС

ЧТО ТАКОЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН И КАРТА

Люди давно научились изображать территорию на подробном плане и карте. Эти изображения показывают местность не так, как мы ее видим в природе и на фотографии, т. е. не в перспективе. Мы видим развесистое дерево, пестрые цветы на лугу, озеро с белыми кувшинками и стайкой плавающих уток и т. д. Наш глаз видит, а объектив фотоаппарата отображает предметы, находящиеся на переднем плане, крупными, а дальние предметы — мелкими.

Не то на плане и на карте. На них все это изображается как бы с птичьего полета, сверху.

Мы знаем, что Земля имеет шарообразную форму, а поэтому земную поверхность невозможно изобразить на плоскости без искажений, т. е. при полном соблюдении подобия очертания морей, материков, островов и т. п. Однако небольшие территории можно принимать за плоскость и изображать на бумаге без учета кривизны земной поверхности. Такое уменьшенное изображение на плоскости отдельного небольшого участка земной поверхности, принимаемого за плоскость, называется топографическим планом или просто планом. На нем сохраняется очертание всех элементов участка, но только в уменьшенном виде. Уменьшение это зависит от принятого для плана масштаба.

Масштабом называют отношение, показывающее, во сколько раз уменьшена каждая линия, нанесенная на план или карту, против ее действительных размеров на местности.

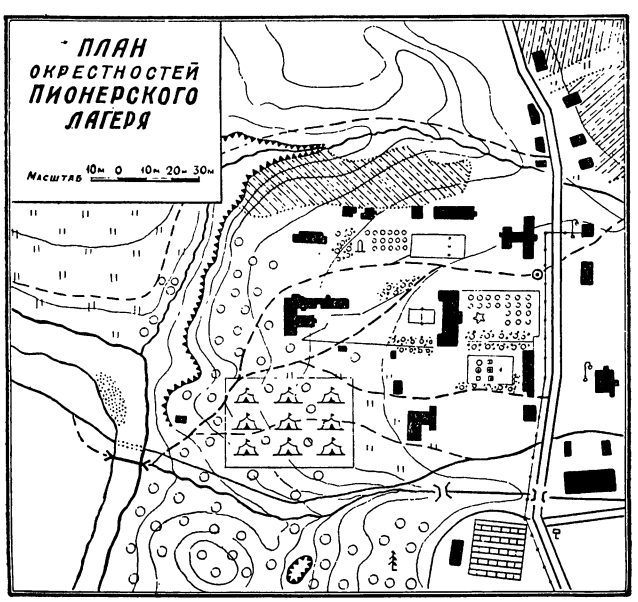
На плане масштаб одинаков во всех его частях.

Чем больше степень уменьшения изображенной на карте территории, тем более мелким называют масштаб карты, и наоборот: чем меньше степень уменьшения, тем более крупным называют масштаб карты. Поэтому на картах мелкого масштаба все элементы земной поверхности изображаются с меньшей подробностью, чем на картах крупного масштаба.

В отличие от плана картой принято называть уменьшенное изображение всей земной поверхности или отдельных ее частей на плоскости, построенное по определенным математическим правилам с учетом шарообразности Земли.

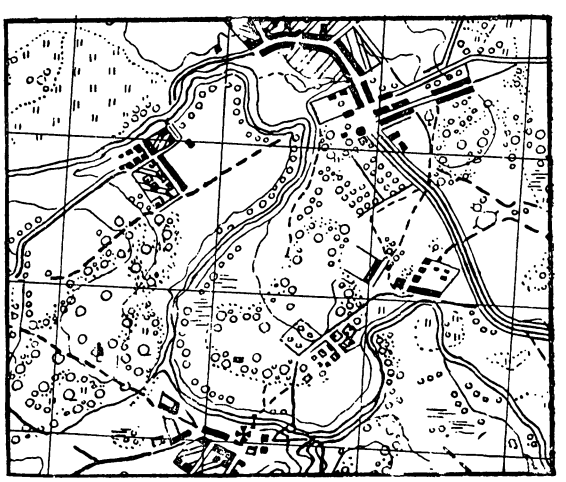
На карте масштаб в различных ее частях неодинаков, хотя не на всех картах эти колебания масштаба значительны по своей вели-

Аэрофотоснимок. Рамкой окружено место, где находился пионерский лагерь.



План окрестностей пионерского лагеря, вычерченный пионерами.

Топографическая карта района, изображенного на аэрофотоснимке.



чине. Кроме того, на карты всегда наносится градусная сетка (меридианы и параллели), а на планах обычно вычерчивают только стрелку, указывающую направление на север.

Как видно из самого определения плана и карты, это прежде всего уменьшенные изображения того или иного участка земной поверхности. Поэтому изобразить на них все, что есть на местности, невозможно. Для изображения на планах и картах тех или иных объектов применяют определенные условные знаки. Так, например, на топографических картах для обозначения хвойного леса используют знаки в виде елочки, границы леса выделяют точками, луговую растительность — парными черточками, плодовый сад — маленькими кружками, расположенными ровными рядами, и т. п.

На стр. 37 изображен план окрестностей пионерского лагеря. Кроме того, показаны топографическая карта с территорией лагеря и аэрофотоснимок этого же места.

Так как карта вычерчена в более мелком масштабе, чем план, то на ней умещается значительно бо́льшая территория.

Составить план своего двора, усадьбы, своей улицы, поселка или лагеря может каждый школьник, знающий географию.

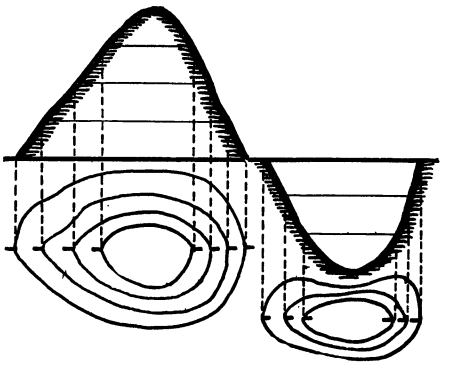
Что нужно знать, чтобы читать топографическую карту, т. е. разобраться в том, что на ней изображено? Надо прежде всего научиться понимать условные знаки. Посмотрите на рисунки, помещенные между стр. 40—41. На одном изображена топографическая карта в обычных условных знаках, а на другом та же местность показана в виде картинки.

На топографических картах и планах неровности земной поверхности — рельеф — изображаются горизонталями. Горизонталью называют линию на карте, соответствующую линии на земной поверхности, все точки которой лежат на одной и той же высоте над уровнем моря. Если бы местность была затоплена водой до данного уровня, то очертания берегов совпали бы с соответствующей горизонталью.

Горизонтали проводятся через равное число метров по отвесной линии. В объяснении к плану или карте — легенде — всегда указывается расстояние между горизонталями, принятое для данного плана или карты, т. е. разность их высот, например 2, 5, 10 *м*.

Изображение рельефа горизонталями позволяет по карте решать много различных задач, которые возникают при изучении страны или местности и при проектировании самых разнообразных инженерных сооружений (дорог, каналов, плотин, водохранилищ и т. п.).

Холм или замкнутая впадина изображаются на плане и топографической карте в виде замкнутых горизонталей, одна внутри другой. Для того чтобы на карте отличить впадину от холма, на горизонталях впадины ставятся коротенькие штрихи в сторону понижения склона. Чем выше холм или глубже впадина, тем больше проводится горизонталей. Зная расстояние между горизонталями по отвесной линии, нетрудно по числу их определить высоту холма или глубину впадины.



Так при помощи горизонталей изображаются возвышенности и впадины.

В тех местах, где склоны земной поверхности круты, горизонтали сближаются, и, наоборот, они удалены друг от друга там, где склоны более пологи.

Кто хорошо разбирается в условных знаках топографической карты, может читать карту, т. е. видеть за ней изображение местности и подробно рассказать о ней.

Если вы попали в незнакомую местность, но у вас есть топографическая карта, вы легко обойдетесь без проводника. Нужно прежде всего ориентировать карту (см. стр. 398), затем определить на ней место, где находитесь. Тогда станет ясно, куда и откуда идут дороги, какие протекают реки, где начинаются и кончаются леса, что находится за этими лесами и холмами, какие и где расположены поселки.

ГЛОБУС И КАРТА

Глобус — уменьшенное изображение земного шара. На глобусе хорошо видно, как расположены материки, океаны, моря и их размеры. На глобусе во всех направлениях

сохраняется один и тот же масштаб и поэтому получается наиболее правильное изображение земной поверхности, без каких-либо искажений.

Но у глобусов есть крупный недостаток: они всегда делаются в мелком масштабе. Если бы мы захотели сделать глобус такого же масштаба, как стенная физическая карта СССР (1 : 5 000 000, или в 1 *см* 50 *км*), то диаметр его был бы равен примерно 2,55 *м*. Пользоваться таким глобусом, конечно, очень неудобно.

На обычных глобусах, применяющихся в школах, нельзя изобразить мелкие подробности в очертаниях материков, в строении речной сети, горных хребтов и т. п. Многие государства (например, Дания, Бельгия, Португалия) изображаются такими малыми фигурами, что на них едва хватает места для одного кружка — условного знака столицы. Поэтому создаются географические карты, на которых в масштабе более крупном, чем на глобусе, но более мелком, чем на топографической карте, изображается часть земной поверхности.

Однако поверхность шара нельзя развернуть, разостлать на плоскости без складок и разрывов. Чтобы это проверить, проделайте следующий опыт: возьмите какой-либо шар и оберните его бумагой так, чтобы по всей его поверхности лег только один слой бумаги. Сделать это не удастся: на бумаге неизбежно появятся складки. Попробуйте срезать их и после этого разверните бумагу! Она вся будет в вырезах. Поэтому при составлении карты приходится допускать некоторые неточности. Они сводятся к искажениям направлений, расстояний и площадей, неодинаковым в разных частях карты. Путем сложных математических расчетов и построений эти искажения стараются свести к минимуму.

ТИПЫ КАРТ

Географические карты различаются по содержанию и по масштабу. По содержанию карты бывают общегеографические и специальные, а по назначению — учебные, морские, туристические, справочные.

Наибольшее распространение имеют так называемые общегеографические карты. На них изображаются формы земной поверхности (рельеф), гидрография (моря, реки, озера, болота), населенные пункты, пути сообщения, государственные и административные границы, объекты хозяйственного и культурного значения и т. п.

Специальные карты подробно передают какую-нибудь часть содержания общегеографических карт (например, плотность населения, рельеф, растительный покров и т. п.) или показывают то, что отсутствует на общегеографических картах (например, почвенный покров, геологическое строение, климат, животный мир).

Кроме того, на специальных картах некоторые элементы содержания общегеографических карт могут вовсе отсутствовать (например, рельеф на политических картах).

В школе на уроках географии вы пользуетесь как общегеографическими, так и специальными картами: политическими, политико-административными, физическими и др.

Посмотрите на политическую карту мира. Вы увидите на ней раскрашенные разными цветами площади различных государств. Внимательно рассматривая карту, нетрудно заметить, что на ней хорошо выделяются величина и положение СССР среди других государств. На политической карте мира очень хорошо видно, какое громадное и вместе с тем целостное государство представляет собой Советский Союз и как относительно малы государства Западной Европы.

Возьмите политико-административную карту СССР. На этой карте также путем раскраски показаны величина и взаимное расположение входящих в состав СССР союзных и автономных республик, краев, областей, а также положение их центров, связанных со столицей железнодорожными и другими путями сообщения.

Физическая карта отображает главным образом рельеф земной поверхности, а также важнейшие реки и их главные притоки. Для изображения рельефа на физических картах служит окраска. Так, например, низменности, расположенные на высоте до 200 *м* над уровнем моря, закрашивают зеленым цветом, а самые высокие части горных хребтов — чаще всего различными оттенками коричневого цвета.

Реки наиболее мощные, а также имеющие важное экономическое значение выделяются на физических картах утолщенными линиями.

В зависимости от масштаба общегеографические карты подразделяют на топогра-

фические (масштабы от 1 : 1000 до 1 : 100 000), обзорно-топографические (масштаб до 1 : 1 000 000) и обзорные (масштаб мельче 1 : 1 000 000).

Самые подробные и точные общегеографические карты — карты топографические. Они предназначаются главным образом для использования при проектировании и строительстве различных инженерных сооружений (гидростанций, дорог, промышленных предприятий), при поисках полезных ископаемых, изучении лесов, болот и т. д.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ

Без тех или иных искажений, как вам уже известно, нельзя изобразить на бумаге значительную часть поверхности Земли. Наука создала много различных способов приближенного изображения шарообразной поверхности Земли на плоскости, т. е. построения карт. Каждый из таких способов называется картографической проекцией. Каждая проекция имеет свойственные ей искажения. Некоторые проекции особенно сильно искажают площади. На такой карте малый участок земной поверхности может изображаться большей площадью, чем другой, на самом деле более крупный, чем первый.

В основе любой картографической проекции лежит тот или иной способ изображения градусной сетки. На глобусе градусная сетка образуется меридианами и параллелями. Каждый меридиан пересекается со всеми остальными в двух точках — полюсах. Длины всех меридианов на глобусе равны. Экватор — окружность на поверхности глобуса, все точки которой отстоят от обоих полюсов на равных расстояниях. Параллели — также окружности на поверхности глобуса; все точки одной какой-либо параллели отстоят от экватора на одном и том же расстоянии. Длины параллелей различны: они увеличиваются при приближении к экватору и уменьшаются к полюсам. Все точки одного и того же меридиана имеют одинаковую долготу, но различную широту. Все точки одной параллели, наоборот, имеют одинаковую широту, но различную долготу.

Изображение градусной сетки на плоскости, т. е. на карте, называется картографической сеткой.

В зависимости от выбранной картографом проекции меридианы и параллели на картах изображаются в виде то прямых, то кривых линий.

Приступая к составлению карты той или иной части земной поверхности, картограф должен прежде всего выбрать картографическую проекцию, в которой он будет делать карту. Этот выбор зависит от назначения карты. Например, если составляется политическая карта Европы, то следует выбрать такую проекцию, которая прежде всего давала бы достаточно точное представление о размерах территории того или иного государства, т. е. такую проекцию, которая позволяет сравнивать территории стран по площади.

Поэтому карту следует вычерчивать в проекции, при которой все площади уменьшаются в одно и то же число раз (не искажаются). Такие проекции называются равновеликими.

Для целей навигации (вождения кораблей и самолетов) удобнее всего равноугольные проекции, в которых углы между различными направлениями на земной поверхности изображаются в натуральную величину, хотя при этом не сохраняются отношения между площадями.

Чтобы яснее представить себе приемы, при помощи которых картограф строит такую проекцию, мысленно проделаем следующий опыт. Возьмем тонкий полый стеклянный шар, начертим на одной половине его географическую сетку и нанесем очертания материков, границы

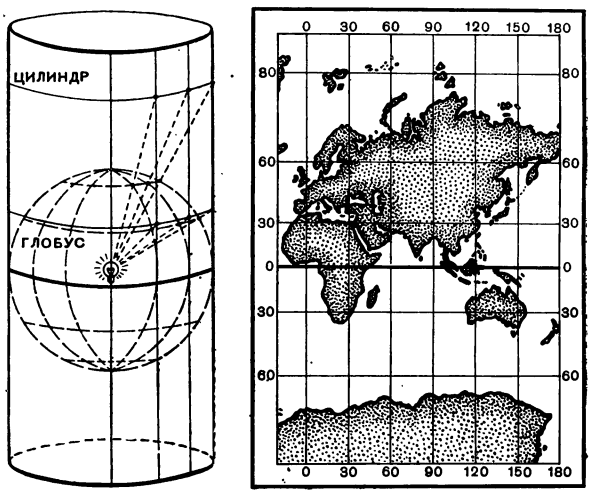
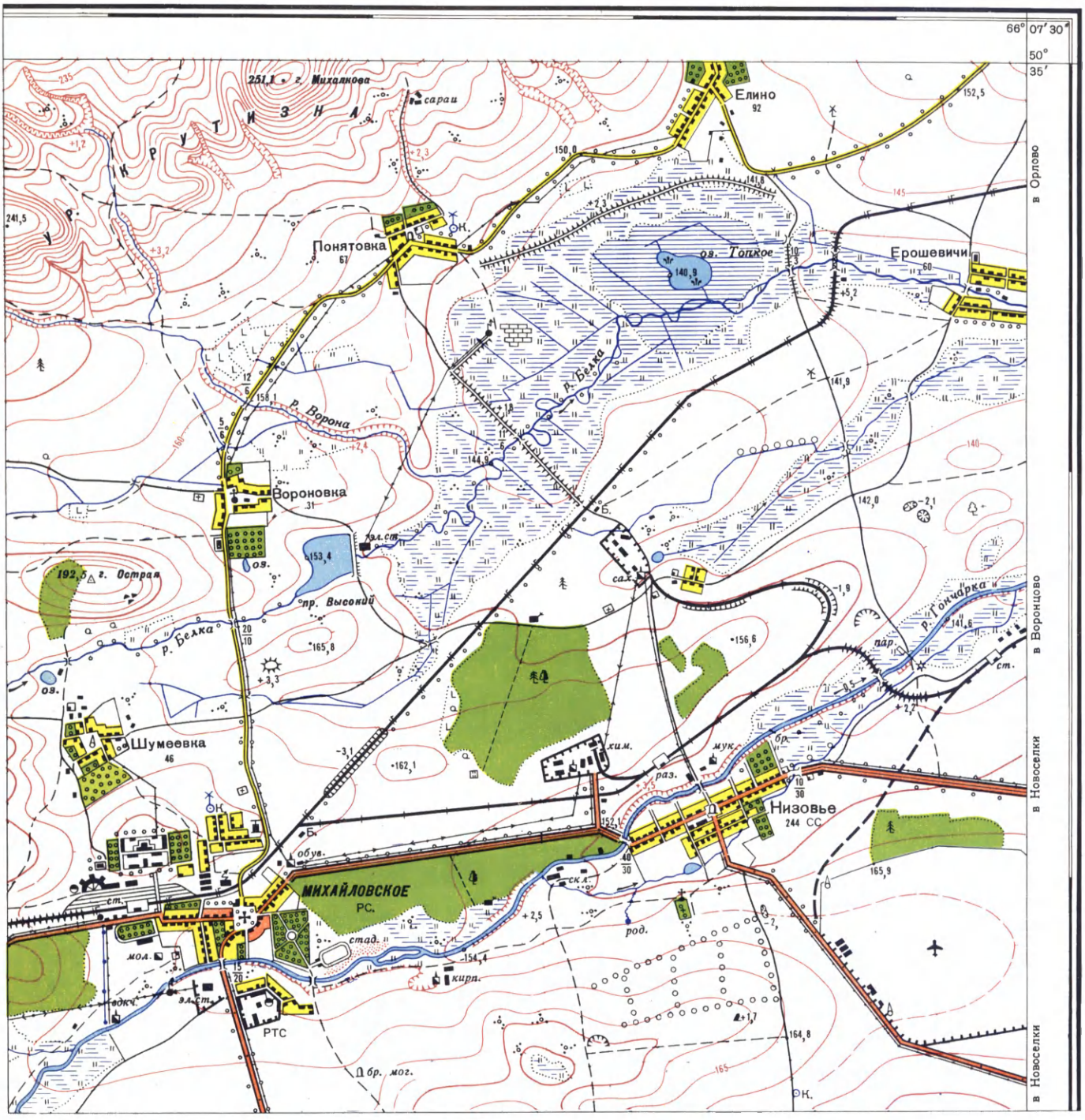


Схема построения цилиндрической проекции. Жирная линия — линия касания шара цилиндром. Карта восточного полушария в меркаторской проекции.

КАТАЛОНСКАЯ КАРТА XV в.



ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ

- Кварталы с преобладанием огнестойких строений
- Кварталы с преобладанием неогнестойких строений
- Отдельный двор
- Отдельные постройки
- Завод [фабрика] с трубой и без трубы
- Мельница ветряная и водяная
- Радиостанция
- Телефонно-телеграфная станция
- Горизонталь и её высота
- Обрыв
- Овраг и промоина
- Железная дорога двухколейная, электрифиц.
- Одноколейная ж. д. и станция
- Строящаяся ж. д.
- Автострада
- Шоссе, обсаженное деревьями
- Аэродром
- Улучш. грунтовая дорога
- Грунтовая дорога
- Полевая дорога
- Забор каменный
- Электропередача
- Телефон
- Водопровод
- Дамба
- 1 - Гать, 2 - Труба
- Лес и просека
- Сад и пасека
- Заболоченный луг
- Вырубка
- Редколесье
- Дом лесника
- Кустарник
- Лесные полосы
- Камыши, кочки
- Родник
- Колодец
- Пруд
- Плотина
- Канавы
- Паром
- Мост деревянный
- Мост металлический
- Пляж
- Колодец с ветряком
- Болото непроходимое
- Яма и курган

отдельных стран, моря, реки и горные хребты. Затем с этой же стороны шара поместим экран из прозрачной бумаги, касающийся шара в одной из точек экватора, а с другой стороны осветим шар лампой, которую будем держать на уровне экватора. На экран будет падать тень от линий, проведенных на шаре. Изображенные на поверхности глобуса континенты, моря и т. п., как говорят, спроектируются на плоскую поверхность экрана. Обведя на экране полученное изображение карандашом или тушью, мы получим карту в так называемой азимутальной экваториальной проекции. В этой проекции обычно строятся карты полушарий.

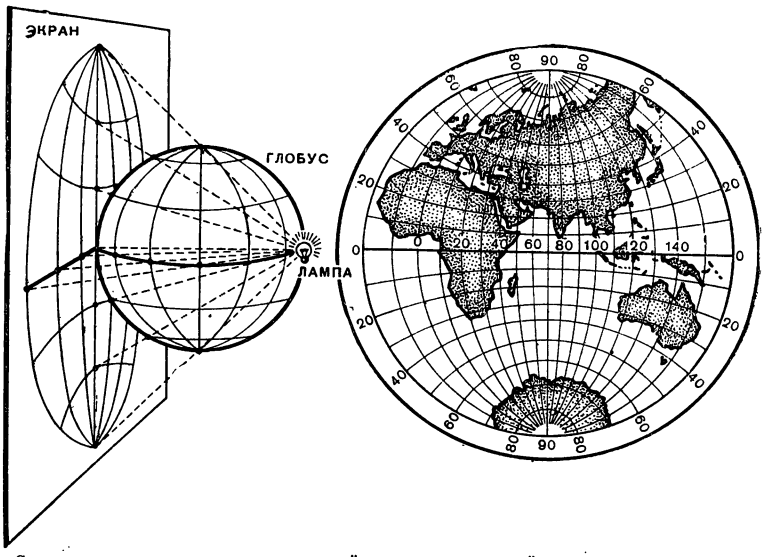


Схема построения азимутальной экваториальной проекции и карта восточного полушария в этой проекции.

Если приложить экран к точке Северного или Южного полюса глобуса, а лампу держать против другого полюса, то спроектируется карта в азимутальной полярной проекции. Она дает верное представление о приполярных областях.

Искажения на этих картах будут возрастать по мере удаления от полюса.

Рассмотрим другую проекцию. Наденем на глобус цилиндр из прозрачной бумаги так, чтобы бумага касалась глобуса по линии экватора, и осветим глобус изнутри.. Тогда на боковой поверхности цилиндра мы увидим изображение поверхности шара. Такая проекция называется цилиндрической.

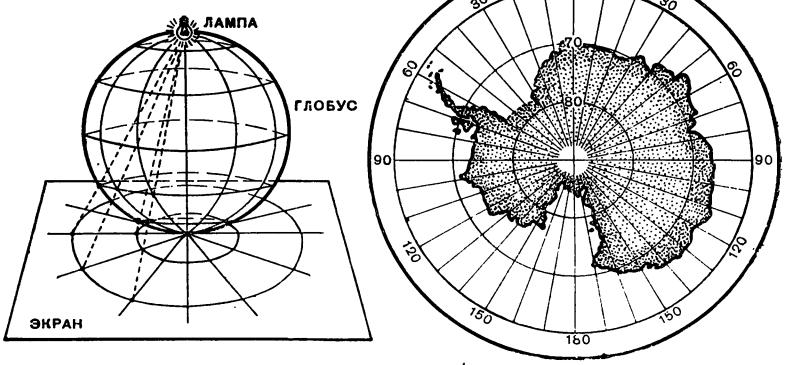


Схема построения азимутальной полярной проекции и карта Антарктиды в этой проекции.

Если мы развернем боковую поверхность цилиндра, то увидим, что меридианы и параллели превратились в пересекающиеся под прямыми углами параллельные линии. Искажения очертаний земной поверхности при цилиндрической проекции увеличиваются по мере удаления от экватора к полюсам. Поэтому для изображения полярных стран эту проекцию применять нельзя, однако она удобна для изобра-

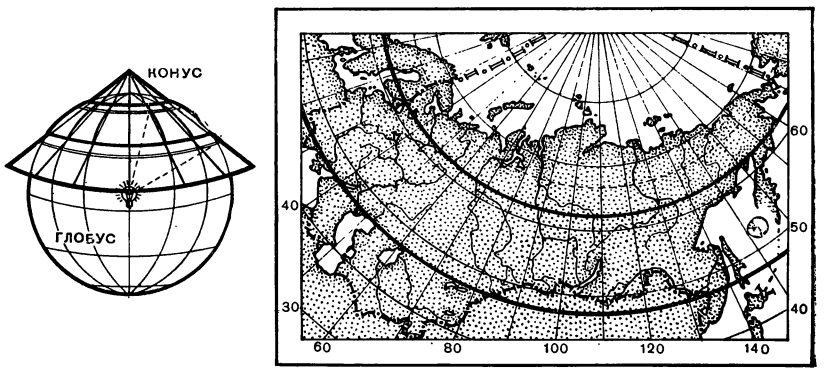
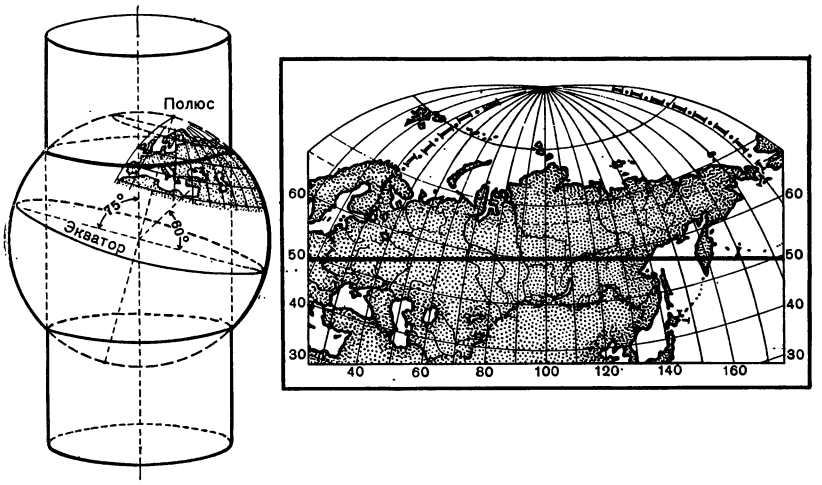


Схема конической проекции на секущем конусе. Жирными линиями обозначены параллели сечения шара конусом. На этих параллелях сохраняется точный масштаб. Справа — карта СССР в конической равнопромежуточной проекции В. В. Каврайского.



Положение глобуса и секущего цилиндра, на котором строится проекция М. Д. Соловьева. Жирная линия показывает линию пересечения шара с цилиндром. По этой линии сохраняется точный масштаб. Справа — карта СССР в проекции М. Д. Соловьева.

жения стран, расположенных вблизи экватора.

В разное время были предложены другие виды цилиндрических проекций. Нередко применяется цилиндрическая проекция Меркатора, которую нельзя получить таким простым путем, как это было только что объяснено; для получения ее картографической сетки нужны специальные вычисления.

Проекция Меркатора сильно увеличивает размеры полярных стран, но зато она позволяет легко определять нужное направление, что особенно важно в мореплавании и в авиации. Однако капитан, прокладывая по карте путь судна, всегда должен помнить, что карта Меркатора сильно искажает расстояние; так, например, расстояние от Мурманска до Уэлена на Чукотке кажется таким же, как расстояние от Панамы до о-ва Цейлон, а в действительности первое примерно в два с половиной раза меньше. На меркаторской карте мира Гренландия изображается больше Южной Америки; в действительности же Южная Америка в 8 раз больше Гренландии.

Для изображения стран, расположенных в средних широтах, обычно применяется коническая проекция. Чтобы представить себе способ ее построения, наденем на наш стеклянный глобус бумажный конус, который будет касаться поверхности глобуса по одной из параллелей.

Если мы вычертим на поверхности конуса изображения, нарисованные светом лампы, помещенной с противоположной стороны глобуса, а затем развернем конус, то получим карту в форме сектора (см. рис. на стр. 41, внизу).

В конической проекции меридианы изображаются прямыми линиями, которые расходятся лучами из одной точки, а параллели показаны дугами кругов с общим центром в той точке, которая была вершиной конуса. В этой проекции точный масштаб сохраняется на параллели, по которой конус касался глобуса. Чем дальше от этой параллели, тем больше на карте искажаются очертания земной поверхности.

Для уменьшения искажений очертаний земной поверхности проектирование часто ведется не на касательный, а на секущий конус, тогда точный масштаб сохраняется по двум параллелям сечения шара конусом. Многие карты СССР выполнены в конической проекции.

Профессор М. Д. Соловьев разработал особую, косую перспективно-цилиндрическую проекцию для карты Советского Союза. На этой карте северные части СССР растянуты с запада на восток, поэтому она удобна для обозрения северных районов нашей страны. В этой проекции сделаны карты в атласе для начальной школы. Проекция М. Д. Соловьева менее всего искажает средние широты. Поэтому она удобна для изображения на карте территории Советского Союза.

Названные выше проекции наиболее простые. В современной картографии употребляется несколько десятков самых разнообразных сложнейших проекций, специально вычисленных и построенных применительно к назначению и содержанию карт.

КАК СОЗДАЕТСЯ КАРТА

Карты создаются либо непосредственно в результате топографических съемок местности, либо на основе других карт, т. е. в конечном счете опять-таки в результате съемки.

В настоящее время подавляющее большинство топографических карт создается с помощью метода аэрофотосъемки, который по-

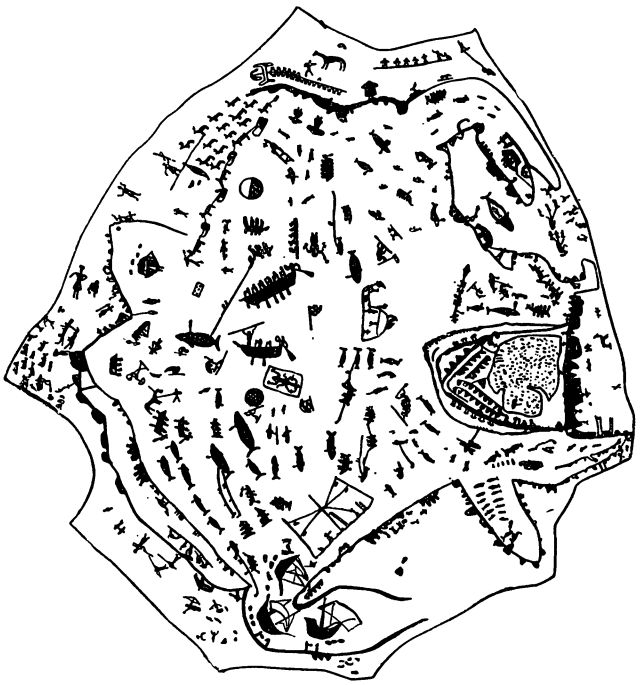
зволяет в короткий срок получить топографическую карту огромной территории. С летящего самолета с помощью особых фотографических аппаратов делается много снимков (аэрофотоснимков) местности. Потом эти аэрофотоснимки обрабатывают на специальных приборах. Таким образом, прежде чем стать картой, серия аэрофотоснимков проходит очень длинный и сложный путь.

На аэрофотоснимках отображается множество деталей земной поверхности, из которых далеко не все включаются в содержание топографических карт. Поэтому фотоснимки тщательно изучают и выделяют на них населенные пункты, различные дороги, реки, озера, леса и другие объекты. Процесс изучения аэрофотоснимков называется топографическим дешифрированием аэрофотоснимков. Таким путем получают контурную часть создаваемой карты. Но как быть с рельефом? Ведь на аэрофотоснимке не обозначено непосредственно положение горизонталей. Для изображения рельефа земной поверхности с помощью аэрофотоснимков существуют два метода съемки: контурно-комбинированный и стереотопографический.

При первом методе на аэрофотоснимках изображают рельеф горизонталями. Для этого в полевых условиях, т. е. непосредственно на местности, при помощи особых геодезических приборов (мензулы и кипрегеля) определяют высоты важнейших точек поверхности и затем на аэрофотоснимки наносят положение горизонталей.

Для сокращения объема трудоемких наземных работ в поле и повышения их качества применяется метод стереотопографической съемки. Он основывается на том, что два соседних аэрофотоснимка, сделанных с движущегося самолета, частично перекрываются один другим, т. е. на каждом из них частично изображается один и тот же участок местности. Если такие снимки рассматривать затем в стереоскоп, можно увидеть стереоскопическое, т. е. рельефное, изображение снятой местности, или, как говорят, ее стереоскопическую модель. Советские ученые разработали способы определения высоты точек местности по стереоскопической модели и сконструировали для этого специальные приборы. Создание топографических карт этим методом называется стереотопографической съемкой.

Все мелкомасштабные общегеографические и специальные карты создаются на основе других карт, только более крупного масштаба.



Карта на куске моржовой шкуры, сделанная жителем Чукотки. Внизу карты — три корабля направляются в устье реки; левее их — охота на медведя, а немного выше — трое чукчей нападают на чужеземца. Ряд черных пятен вдоль берега залива изображает холмы. Среди островов кое-где видны чумы. Наверху — по льду залива идет человек и ведет за собой пять запряженных в нарты оленей. Справа, на тупом выступе, изображено чукотское стойбище. Между стойбищем и черной цепочкой гор — озеро. Ниже, в заливе, чукчи охотятся на китов.

О ЧЕМ РАССКАЗЫВАЕТ КАРТА

Географические карты содержат огромный научный материал. Если сопоставить различные карты (общегеографические и специальные) одной и той же территории, рассмотреть и изучить их, то можно получить всестороннее и достаточно подробное представление об этой местности.

Таким образом, географические карты являются богатейшим источником сведений. Но пользоваться им может только тот, кто обладает определенным запасом географических знаний.

Умеющий читать карту, глядя на какой-либо из ее участков, может ясно представить себе изображенную на нем местность, с горами, долинами, горными или равнинными реками, озерами, городами и селами, железными дорогами.

Рассматривая, например, физическую карту Кавказа, можно по градусной сетке установить, что Кавказ расположен на широте Балкан-

ского, Апеннинского и Пиренейского п-овов. И хотя до жаркого пояса (северного тропика) около 2 тыс. *км*, летнее полуденное солнце поднимается на Кавказе довольно высоко над горизонтом и летом здесь должно быть значительно жарче, чем, например, в Москве. Зима на Кавказе также должна быть теплее, чем в Москве.

Кавказ далек от Атлантического океана, но расположен между значительными водными пространствами Черного и Каспийского морей.

Близость этих морей не может не оказывать сильного влияния на характер природы Кавказа.

Географическое положение и рельеф Кавказа позволяют судить о его климате. Холодные ветры, дующие с северо-востока, севера и северо-запада, задерживаются высокими горами Большого Кавказского хребта. Значит, в Закавказье должно быть тепло. Если теплые влажные ветры дуют с Черного моря, то они встречают препятствие в виде Сурамского хребта. Тот же Сурамский хребет мешает продвижению на запад сухих ветров с востока, направляющихся из Средней Азии. Сопоставляя все эти данные, можно, не читая учебника, заключить, что климат Рионской низменности и всего Черноморского побережья Кавказа, над которым собираются облака с влагой, занесенной западными ветрами, должен быть очень влажным.

Куринская же низменность бедна осадками. Значит, климат западной части Закавказья по своему характеру приближается к морскому, а восточной — к континентальному.

Дальнейшее вдумчивое изучение физической карты Кавказа позволит составить общее представление о всей его природе. Еще более подробные сведения о Кавказе можно получить, рассматривая в дополнение к физической карте специальные карты Кавказа (геологические, климатические, политико-административные и другие).

Чтобы хорошо знать природную и хозяйственную обстановку местности, надо иметь точную, подробную географическую карту этого места. В нашем советском социалистическом хозяйстве географическая карта имеет очень большое значение. Для практических целей нужны подробные карты рельефа, почв, растительности, климатические и другие.

ИЗ ИСТОРИИ КАРТОГРАФИИ

Уже в глубокой древности человек хорошо знал окружающую его местность и умел ее изобразить с помощью острых обломков камней и костей на песке, снегу, бересте, написать на папирусе. По этим картографическим рисункам древний человек определял пути кочевок, места охоты и т. д.

До нас дошли карты рабовладельческого Вавилона. Чтобы строить каналы, собирать налоги, нужны были чертежи местности. Вавилоняне писали не на папирусе, а на мягкой глине. На одной из глиняных табличек изображено разветвление реки, которая протекает между двумя горными цепями. На карте видны города. Эта карта была создана 4500 лет назад. Еще бóльшая территория изображена на вавилонской карте VII в. до н. э. На ней в виде плоского круга нарисованы Вавилония и Ассирия. Сверху вниз течет Евфрат, по обоим берегам которого раскинулся величественный Вавилон.

Карты были известны древним египтянам. После каждого разлива Нила специальные чиновники фараона восстанавливали смытые границы полей. Здесь уж без карты нельзя было обойтись. Карты рисовали на папирусе. Но папирус боится малейшей сырости и быстро превращается в труху. Вот почему до наших дней дошла только одна древнеегипетская карта. Она вычерчена почти 3400 лет назад. На ней показаны рудоносные горы, бассейн для промывки золота, жилища и храм, где хранится драгоценный металл.

Большого развития достигла картография в древней Греции. Многочисленные бухты и острова, изрезанность побережья способствовали развитию мореплавания. Уже 2500—3000 лет назад греки плавали в дальние страны. Они побывали во многих заморских землях. Древние греки представляли себе Землю в виде выпуклого диска, со всех сторон омываемого рекой Океаном. Об этом свидетельствует вырезанная 2500 лет назад на медной доске карта Гекатея.

Дальнейшее развитие картографии связано с изменением представлений о форме Земли.

Предположение древних греков о том, что Земля плоская, сменяется учением о ее шарообразной форме. Вслед за этим появляется понятие о картографических проекциях, меридианах и параллелях.

Особенно много в области картографии сделал знаменитый ученый древности, географ и астроном Клавдий Птолемей. Он жил во II в. в египетском городе Александрии. Птолемей составил подробную карту Земли, какой до него еще никто не создавал. Во многом его карта мира была фантастичной, и все же вплоть до XV в. никто не создал лучшей.

На этой карте изображены три части света: Европа, Азия и Африка.

До Скандинавии на севере, за истоки Нила на юге, до Китая на востоке простирается известная ему земля. Западные берега Европы омывает Атлантический океан, с неведомых гор катит свои волны в Каспийское море р. Ра (Волга), мощные, причудливо извивающиеся потоки образуют Нил. Индийский океан выглядит на карте Птолемея в виде огромного озера, окруженного со всех сторон сушей. Восточные берега Азии близко подходят к европейским. Возможно, что из-за ошибки Птолемея Колумб смело пустился в плавание через Атлантический океан на поиски «близких» восточных берегов Азии. Карта Птолемея была снабжена градусной сеткой.

Древний Рим вел многочисленные войны с соседними и отдаленными странами. Поэтому для военных, а также административных целей были составлены дорожные карты. Этими картами пользовались в пути, поэтому их и называли дорожными. Были карты до 7 *м* длины, а шириной — всего 33 *см*. Разворачивал путник такой свиток и видел, сколько времени ему еще идти до нужного места. До наших дней сохранилась дорожная карта, вычерченная более 1700 лет назад. На этой карте изображен маршрут от Англии до Индии. На юге и севере Землю омывает океан. Неважно, что моря и реки вытянуты с запада на восток, а берега тоже искажены. Главное было показать дорогу: она-то уж обязательно приведет к нужному месту.

В средние века достижения науки античного времени были забыты. Церковь вступила в борьбу с научными представлениями о строении и происхождении мира. Строго преследовалось церковниками учение о шарообразной форме Земли. Совершенно фантастическим становится изображение Земли.

На карте Землю вычерчивали в виде прямоугольника, окруженного со всех сторон океаном. За океаном находится недоступная для людей земля — рай.

Основным видом средневековых карт становятся монастырские. Эти карты иллюстрировали богословские сочинения. Они были далеки от действительности и лишены научной основы. На большинстве карт того времени восток изображался наверху. Такое расположение основывалось на религиозных представлениях — на востоке находятся святые места и он как бы венчает собой карту. По монастырским картам можно было «найти» дорогу только в «рай» или в «ад». Понятно, что они были совершенно непригодны. Упадок картографии в этот период объясняется тем, что тогда образовалось множество не связанных друг с другом государств. Чуть ли не в каждой деревне было свое государство. Точно высокой каменной стеной были отгорожены друг от друга эти владения. Между ними часто не существовало дорог. Ни к чему были и точные карты. Тогда больше всего ценились красивые карты. Они изготовлялись в одном-двух экземплярах. Больше и не требовалось. Такие карты рассматривали как дорогие картины. Их раскрашивали яркими красками, океаны украшали рыбами и кораблями.

В XIII—XIV вв. в Европе появляются компас и навигационные морские карты — портоланы. Они помогали мореплавателям в открытом море или при плавании близ берегов. На этих картах очень точно изображались берега. Вместо меридианов и параллелей на них чертились компасные сетки, которые указывали положение стран света.

Внутренние части стран мореплавателей не интересовали, поэтому их оставляли пустыми или же заполняли сценами из жизни населяющих их народов.

В эпоху великих географических открытий, с конца XV в., мореплаватели отправлялись в дальние страны. Не редкостью стали путешествия в Африку, Азию, Америку. Мореплаватели стали нуждаться в точной географической карте с параллелями и меридианами, чтобы можно было определить, где находится корабль, сколько ему еще плыть, какие земли возможно встретить в пути. Только такие карты могли служить путеводителями отважным путешественникам.

В этот период картографы изобрели много новых способов построения географических карт. Наибольшую известность приобрела проекция голландского картографа XVI в. Герарда

Меркатора. Свое собрание карт Г. Меркатор назвал в честь мифического Атласа. На титульном листе «Атласа» Меркатора 1595 г. мы видим Атласа, занятого своим любимым делом — изготовлением глобусов. И теперь собрание карт мы называем атласом.

С каждым годом все больше и больше уточняются карты. Все меньше и меньше места остается для картинок с диковинными зверями, рыбами с человеческими головами, одноглазыми циклопами. Наконец, в XVIII в. они навсегда исчезают с географических карт.

В XVIII и XIX вв. разрабатываются научные основы картографии. Особое внимание уделяется картографическим проекциям. Прежде чем нарисовать карту, проводятся математические расчеты.

Применение в наше время методов аэрофотосъемки намного облегчило создание карты. Аэрофотосъемка позволила нанести на карту очертания малодоступных для человека мест.

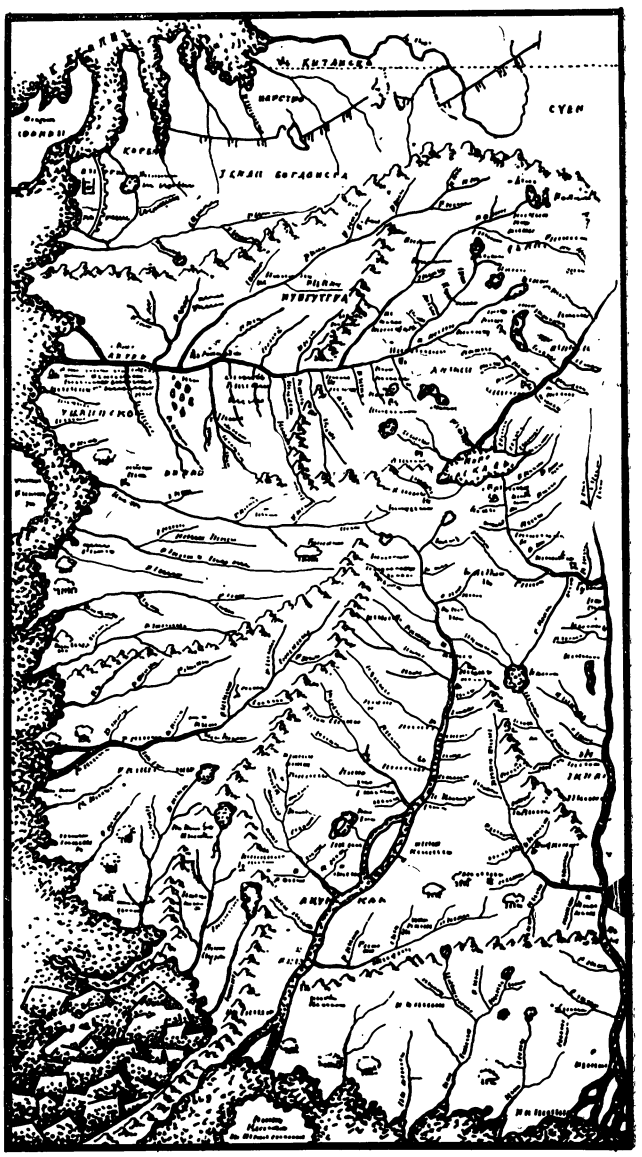
КАРТА В РОССИИ

Первые робкие шаги картографии нашей страны следует отнести к III тысячелетию до н. э. Во время раскопок у г. Майкопа (Северный Кавказ) нашли серебряную вазу. На ней изображена горная цепь, откуда берут начало две реки, впадающие в озеро. На горах растет лес, вокруг озера и у подножия гор бродят различные животные. Уже по этой карте древний человек узнавал, где он найдет богатые охотничьи угодья.

Когда в Европе еще господствовала отсталая средневековая география, больших успехов достигла картография в Армении. В VII в. появилась «Армянская география», использовавшая карты Птолемея и местные материалы. Интересные карты были вычерчены несколько позднее нашими среднеазиатскими географами.

В XV в. Московское государство освободилось от гнета монголов. В XVI в. оно стало многонациональной страной. Хозяйственная деятельность государства требовала создания подробной карты. Такая карта под названием «Большой Чертеж» была вычерчена, вероятно, во второй половине XVI в. К сожалению, она не сохранилась, до нас дошло только приложение к этой карте — «Книга Большому Чертежу». Из «Книги Большому Чертежу» мы знаем, что на карте было изображено много поселений, оборонительных сооружений, рек, дорог. «Большой Чертеж» охватывал огромную территорию: от Северного Ледовитого океана до Черного моря, от Днепра и Западной Двины до Оби. На карту были нанесены Каспийское и Аральское моря.

В XVII в. сильно расширилась территория Русского государства. Очень интересовала русских богатая неведомая Сибирь. Уже к середине этого века отважные землепроходцы и промышленники прошли вдоль всего побережья Северного Ледовитого океана и вошли в воды Тихого океана. Множество сибирских



Чертеж всей Сибири, составленный С. У. Ремезовым в 1698 г.

рек исходили они. Во время путешествий составлялись описания и чертежи. Но нужна была карта, на которой можно было увидеть всю обширную Сибирь. По указу царя тобольский воевода П. И. Годунов составил в 1667 г. общую карту Сибири. Это первый известный нам чертеж Сибири. На этой карте не найти Таймыра, Чукотки, Камчатки. В то время эти земли не были известны. На карте мы видим могучие сибирские реки, озера, волоки, соединявшие реки, по которым шли на восток отважные русские люди. По карте можно было узнать и о населяющих Сибирь народах.

По расспросам «памятных бывальцев», «достоверных писцов», по отдельным картам «искусный чертежщик» Семен Ремезов вычертил в 1698 г. «в меру убравши» (т. е. в одном масштабе), по компасу «Чертеж всей Сибири». Карта была очень больших размеров: «в вышину трех аршин, поперек четырех аршин» (около 2 × 3 *м*).

В 1701 г. Ремезов выпускает «Чертежную книгу Сибири». Это был первый русский географический атлас из 23 карт.

Трудами Семена Ремезова заканчивается первый этап в истории русской картографии. За очень короткий срок на карту была нанесена громадная территория России. Эти карты открыли всему миру нашу необъятную страну.

С начала XVIII в. в России начинает быстро развиваться картография. Петр I стремился овладеть берегами Азовского и Черного морей. А для этого нужны были карты р. Дона и побережий этих морей. Петр лично участвовал в съемке Дона.

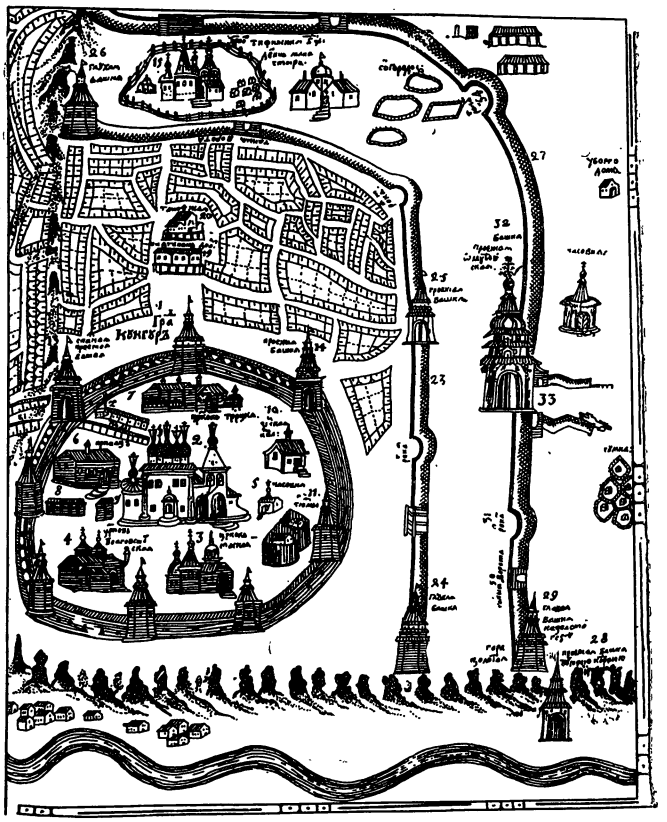
По всей стране разослали «съемщиков». Их можно было видеть на берегах Балтики, Каспия, в Средней Азии, на Камчатке. Благодаря работам «съемщиков» очень быстро составлялась карта всей страны.

Картографию петровского времени подытожил замечательный русский картограф Иван Кирилов, выпустивший в 1734 г. «Атлас Всероссийской империи».

В это же время началась очень большая работа по составлению карт внутренних частей страны.

В 1745 г. вышел «Атлас Российской», изданный Академией наук. В нем есть карта всей страны и 19 карт отдельных частей России.

С именем М. В. Ломоносова связан новый период в истории русской картографии. Он уделял много внимания обучению картографов. В одной из рукописей М. В. Ломоносова сохранилась карта Северного Ледовитого океана, на которой намечен морской путь через «Океан Сибирский» на Камчатку.



Часть чертежа города Кунгура, составленного С. У. Ремезовым.

Мечта М. В. Ломоносова об освоении этой трассы была осуществлена только в советское время.

В XIX в. составлением новых карт России занималось в основном военное ведомство. В 70-х годах русские картографы начали заменять устаревшие карты новыми, очень точными топографическими картами.

Накануне Великой Октябрьской социалистической революции отечественные картографы вычертили топографические карты чуть ли не половины России. Такими масштабами работ не могла похвалиться ни одна другая страна.

СОВЕТСКАЯ КАРТОГРАФИЯ

С первых лет существования Советской власти картография начала служить народу. Чтобы правильно и разумно использовать при-

родные богатства, нужно детально изучить территорию страны и иметь точные подробные топографические карты. 15 марта 1919 г. за подписью В. И. Ленина издан декрет о создании Высшего геодезического управления. Главная задача этого учреждения состояла в топографическом изучении территории молодой Советской республики в интересах развития народного хозяйства.

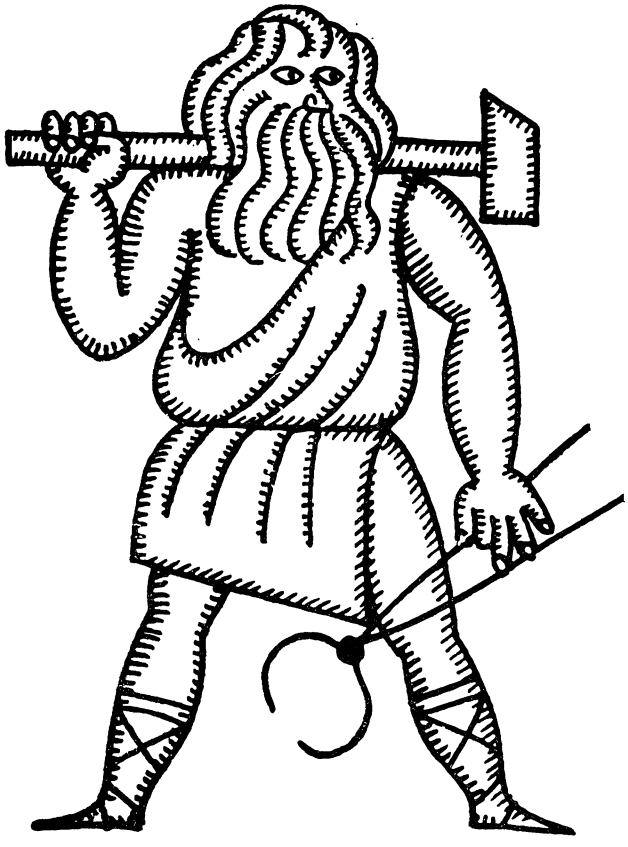
Уже в 1920 г. было составлено много карт, которые помогли осуществить гениальный ленинский план государственной электрификации страны. Вслед за этим для осуществления индустриализации страны были изданы специальные карты, которые наглядно показали, в чем состоят наши планы строительства социалистического общества.

Крупным событием в истории советской картографии явился «Большой советский атлас мира». Когда в 1937 г. в Париже открылась Международная выставка, буржуазные журналисты писали, что русские ничем не удивят мир. Они не могли себе представить, что мы выпустим лучшее в мире собрание географических карт. А ведь первый том «Большого советского атласа мира» был создан в невиданно короткий срок — всего за три с половиной года. В то же время «Большой атлас» в Италии составлялся десять лет.

Картографы-моряки составили в трех томах прекрасный «Морской атлас». Его первый том был удостоен Государственной премии. В 1954 г. был издан однотомный «Атлас мира».

Кроме этих атласов, являющихся блестящим вкладом в мировую картографическую науку, издан ряд других великолепных атласов. Это «Атлас офицера», «Атлас мира» и «Атлас СССР» карманного формата, школьные атласы, атласы отдельных республик, областей, краев. В результате все отрасли науки и хозяйства получили нужные им карты.

Партия и Советское правительство всегда уделяли много внимания развитию картографии нашей Родины. Советские картографы обеспечивают все отрасли науки и народного хозяйства необходимыми картами и атласами.



ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

ПУТЕШЕСТВИЕ К ЦЕНТРУ ЗЕМЛИ

Лето обычно открывает перед вами, наши юные читатели, большие возможности для самых интересных наблюдений в природе.

В овраге или на речном обрыве можно наблюдать, как тонкий слой почвы с корнями растений переходит в более плотную землистую или щебенистую массу — грунт. В него еще проникают корни растений, а глубже обычно залегают напластования глин, песков или твердых каменных пород.

Эти разнообразные горные породы слагают самую верхнюю твердую оболочку земного шара, или земную кору. В толще ее залегают сокровища недр: уголь, нефть, руды железа и других металлов, драгоценные и поделочные камни. В поисках полезных ископаемых люди уже тысячелетия назад научились проникать глубоко в земную кору. При этом рудокопы заметили, что, чем глубже горные выработки, тем выше в них температура. Кроме того, наблюдения за действующими вулканами привели человека к мысли, что на значительной глубине горные породы находятся в расплавленном состоянии. Пытаясь объяснить

грозную деятельность вулканов, люди сложили о них много легенд. Древние греки считали вулканы владением бога огня Гефеста. Особенный интерес возбуждал вулкан Этна на о-ве Сицилия. Извержение Этны, по представлению греческого поэта Пиндара (V в. до н. э.), вызывает стоглавый Тифон (в древнегреческой мифологии — грозное огнедышащее чудовище, порожденное богиней земли Геей), заключенный в недра горы в наказание за то, что поднял восстание против Зевса.

Философ Эмпедокл (V в. до н. э.), ссылаясь на действующие вулканы и горячие источники, высказал мысль о расплавленном состоянии внутренних частей Земли. Эмпедокл изучал вулкан Этну, по склонам которого временами текли мощные потоки лавы, заливавшие окрестности на десятки километров. Он предпринял отчаянно смелое путешествие в глубь кратера Этны и погиб в жерле вулкана.

С той далекой поры человечество прошло большой путь развития. Накопилось много фактов, которые ученые начали обобщать в стройные гипотезы.

В науке XVIII в. господствовало представление, что внутри земного шара находится огненно-жидкое ядро. Основываясь на этом предположении, ученые логично объясняли повышение температуры при опускании в недра Земли, а также вулканические явления. Однако стройное учение о происхождении и устройстве Земли было создано только в конце этого века Кантом и Лапласом.

Немецкий философ Иммануил Кант, а несколько позднее французский астроном и математик Пьер Симон Лаплас предложили гипотезу, в которой они пытались дать картину возникновения планет солнечной системы.

Кант полагал, что до образования солнечной системы существовала туманность, состоявшая из отдельных движущихся частиц. Столкновения этих частиц между собой привели с течением времени к упорядочению движения. Вследствие сближения частиц и их сжатия туманность постепенно раскалялась. Вращающаяся раскаленная газовая туманность приобрела сплюснутую форму и по своим размерам превосходила планетную систему. Затем при увеличении скорости вращения от туманности постепенно отделились слои вещества и образовали ряд колец. Каждое из них под действием сил взаимного притяжения слагавших его частиц постепенно превратилось в шаровидное тело — планету. Сначала планета была раскаленной, но потом в результате излучения тепла в мировое пространство стала остывать. Центральная часть туманности после сжатия и отделения от нее ряда колец стала Солнцем.

Согласно гипотезам Канта и Лапласа, земное ядро должно быть огненно-жидким, а земная кора — продукт остывания некогда огненно-жидкого шара.

Однако несколько позднее стали раздаваться, правда очень робко, голоса ученых, несогласных с гипотезой Канта—Лапласа. К этому меньшинству у нас в России принадлежал выдающийся ученый академик В. И. Вернадский. Он считал, что Земля никогда не была огненно-жидкой. В настоящее время эта точка зрения принята наукой. Большинство современных геофизиков и геологов отрицают стадию огненно-жидкого состояния Земли при ее образовании и объясняют разогрев земных оболочек в основном процессами радиоактивного распада.

Интересная к о с м о г о н и ч е с к а я[1] гипотеза возникновения планет была разработана коллективом советских ученых под руководством академика О. Ю. Шмидта. По этой гипотезе планеты образовались из облаков космической пыли, которая обращалась некогда вокруг Солнца. О. Ю. Шмидт считал, что такое пылевое облако вследствие столкновения

[1] Космогония — наука о происхождении и развитии небесных тел и их систем.

его частиц должно было быстро преобразоваться в сплющенный слой, окружавший Солнце. Под влиянием сил взаимного притяжения этот слой превратился в систему отдельных сгустков, а в дальнейшем из них сформировались планеты. По предположению О. Ю. Шмидта, Земля всегда была холодной, поэтому земная кора вовсе не «шлак», который появился на поверхности раскаленной жидкой массы земного шара. Составная часть нашей планеты — земная кора — сначала была холодной и лишь впоследствии стала нагреваться в результате различных, прежде всего радиоактивных, процессов.

Но не одни гипотезы помогают теперь ученым познавать внутреннее строение земного шара. Для этого разработаны очень точные геофизические[1] методы исследования. Они основаны на изучении колебаний земной коры, возникающих при землетрясениях или искусственных взрывах. Их изучением занимается особая ветвь геофизики, получившая название сейсмологии. При землетрясениях или искусственных взрывах в Земле возникают сейсмические волны. Линии, вдоль которых распространяются сейсмические колебания, называются сейсмическими лучами. Существуют два вида колебаний: продольные и поперечные.

Продольные волны распространяются в твердом теле от места взрыва или центра землетрясения, вызывая последовательные сжатия и разрежения частиц вещества Земли, при этом частицы колеблются в направлении распространения волны. Поперечные волны — это колебания частиц в теле Земли, происходящие перпендикулярно направлению сейсмического луча.

Очаги землетрясений находятся в глубинах земного шара, иногда в нескольких сотнях километров от поверхности. Сейсмические волны приходят на сейсмическую станцию и записываются при помощи приборов, которые называются сейсмографами. При этом регистрируются не только прямые волны, идущие непосредственно от очага землетрясения или места взрыва, но и волны, испытавшие преломления или отражения на внутренних границах Земли, которые разделяют горные породы с разными свойствами.

Каждое землетрясение вызывает колебательное движение, распространяющееся от очага во все стороны.

Если бы Земля была однородным телом, то сейсмические волны распространялись бы прямолинейно и с одинаковой скоростью. Изучение скоростей распространения различных волн в Земле показало, что земной шар состоит из ряда приблизительно концентрических зон, имеющих различную плотность и, вероятно, различный состав.

Вспомните увлекательный роман Жюля Верна «Путешествие к центру Земли». Писатель рассказывает о строении земной коры, состоящей главным образом из пластов осадочных горных пород, и об истории развития жизни на ней, как представляли это себе ученые во второй половине XIX в.

Попробуем и мы совершить путешествие к центру Земли.

Самые верхние слои земной коры состоят преимущественно из пластов осадочных горных пород, образовавшихся путем осаждения различных мелких частиц, главным образом в морях и океанах. В этих пластах захоронены остатки животных и растений, населявших в прошлом земной шар. Они с течением времени превратились в окаменелости, позволяющие от пласта к пласту восстанавливать историю развития жизни на Земле. Общая мощность (толщина) осадочных пород не превышает 15—20 *км*.

[1] Геофизика — наука о физических свойствах Земли и физических процессах, происходящих в ее твердой, жидкой и воздушной оболочках.

В осадочных породах земной коры встречаются остатки животных организмов, населявших прежде нашу планету.

Средняя скорость распространения в них продольных колебаний от 2 до 5 тыс. *м/сек.*

А что же находится под осадочными горными породами? На этот вопрос дают ответ, с одной стороны, обнажения горных пород или буровые скважины, а с другой стороны — сейсмические волны. Оказалось, что они распространяются в глубине Земли с различными скоростями на континентах и на дне океана. Отсюда ученые сделали вывод, что на Земле существуют два главных типа твердой земной коры: континентальный и океанический.

Мощность коры континентального типа в среднем 30—40 *км*, а под многими горами достигает местами 80 *км*. Континентальная часть земной коры распадается на ряд слоев, число и мощность которых изменяются от района к району. Обычно ниже осадочных пород выделяют два главных слоя: верхний — «гранитный», близкий по физическим свойствам и составу к граниту (он богат кремнекислотой), и нижний, состоящий из более тяжелых пород, — «базальтовый» (предполагается, что он состоит главным образом из базальта). Толщина каждого из этих слоев в среднем 15—20 *км*. Однако во многих местах не удается установить резкую разницу между гранитным и базальтовым слоями, поэтому некоторые исследователи высказали предположение, что состав коры меняется с глубиной постепенно.

Океаническая кора гораздо тоньше (5—8 *км*). По составу и свойствам она близка к веществу нижней части базальтового слоя континентов, т. е., видимо, состоит из базальтов или пород, богатых магнием и железом. Но этот тип коры свойствен только глубоким участкам дна океанов, не менее 4 тыс. *м*. На дне океанов есть области, где земная кора имеет строение континентального или промежуточного типа.

Многие сведения о физических свойствах горных пород и скорости прохождения в них сейсмических волн получены в лабораториях. Ученые используют эти данные для объяснения записей сейсмографов и для установления границ между слоями с различными свойствами. Базальтовый слой отделяется от ниже залегающих пород поверхностью, получившей название поверхности А. Мохоровичича[1]. Скорость сейсмических волн глубже этой поверхности сразу резко увеличивается до 8,2 *км/сек*, что обусловлено, вероятно, увеличением плотности вещества Земли.

Поверхность Мохоровичича, наблюдаемая во всех областях земного шара, условно считается нижней границей земной коры. Под ней находится оболочка Земли, или мантия. Она идет до глубины 2900 *км*. Оболочка Земли разделяется на 3 слоя: верхний, промежуточный и нижний. Промежуточный слой характеризуется сильным возрастанием скоростей сейсмических волн и увеличением электропроводности вещества Земли. Большинство ученых считают, что в промежуточном слое изменяется состав вещества или слагающие его минералы переходят в иное состояние, с более плотной «упаковкой» атомов.

Нижний слой оболочки отличается однородностью по сравнению с верхним слоем.

Небольшое понижение скорости сейсмических волн наблюдается на глубине 100—150 *км*. Предполагают, что в этом слое температура близка к температуре плавления; это подтверждается очень малым числом очагов землетрясений. Ученые допускают, что верхняя часть мантии по химическому и минералогическому составу близка к горным породам, богатым

[1] По имени открывшего ее югославского ученого.

магнием и железом, имеющим значительную плотность. Вблизи земной поверхности известны такие породы. Они получили специальное название перидотитов.

Мы имеем некоторые доказательства реального существования этой подкоровой оболочки. Так, в алмазных копях Южной Африки и Якутии встречаются в изобилии вынесенные с больших глубин куски перидотитовых пород.

На большинство геологических процессов, происходящих в верхних частях земной коры, активно влияют процессы глубинных недр. Ученые все более и более убеждаются, что движения земной коры, вызывающие образование гор, трещин, разрывов, землетрясения и вулканизм, обусловлены источниками энергии и выделениями вещества в верхних частях мантии. Поэтому изучение верхних частей мантии имеет огромное научное и практическое значение. В США был разработан проект бурения земной коры под океанами до мантии. Со специально построенных барж в 1961 г. в районе небольшого о-ва, около северо-западного побережья Мексики, было начато бурение. Под слоем морской воды в 3600 *м* пройдена буровая скважина на глубину около 200 *м*. Затем по техническим причинам работы были прекращены. В настоящее время выбирается новое место для бурения скважины.

Современная геофизика разработала способы, которые дают возможность исследовать распределение материала Земли по плотности и упругости в глубоких частях недр Земли.

Изменение плотности оболочки (мантии) Земли связано, вероятно, не столько с изменением состава, сколько с давлением, которое на глубине достигает огромной величины.

Так, например, давление на единицу поверхности равно:

Глубина в километрах	Давление в атмосферах
5	1 350
50	13 500
800	296 100
3200	1 677 900

Под мантией находится земное ядро. Внешняя часть земного ядра обладает свойствами жидкости: через него не проходят поперечные волны. Радиус земного ядра около 3471 *км*. При переходе от оболочки (мантии) к ядру резко изменяются физические свойства вещества. Причина этого, вероятно, изменение атомной структуры вещества Земли под влиянием высоких давлений.

Температура внутри Земли с глубиной повышается до 2000—3000°, при этом наиболее быстро она возрастает в земной коре, далее идет замедление, и на больших глубинах температура остается, вероятно, постоянной.

Плотность Земли возрастает с 2,6 на поверхности до 6,8 на границе ядра Земли. В самом ядре плотность возрастает до 10, а в его центральных частях превышает 12.

До недавнего времени считали, что ядро имеет железный состав, подобный железным метеоритам, а оболочка — силикатный, соответствующий каменным метеоритам. Некоторые ученые предполагали, что причина резкого скачка плотностей и резкого уменьшения твердости у границы ядра Земли объясняется не изменением химического состава вещества, а физико-химическим процессом — частичным разрушением электронной оболочки атомов при давлении в 1,4 млн. атмосфер. Отрыв электронов от ядер под действием огромного давления и высокой температуры вызывает резкое уплотнение вещества и придает ему новые свойства.

Такой процесс ученые назвали переходом вещества в металлическую фазу. Однако опыты с давлениями до 3 млн. атмосфер, прове-

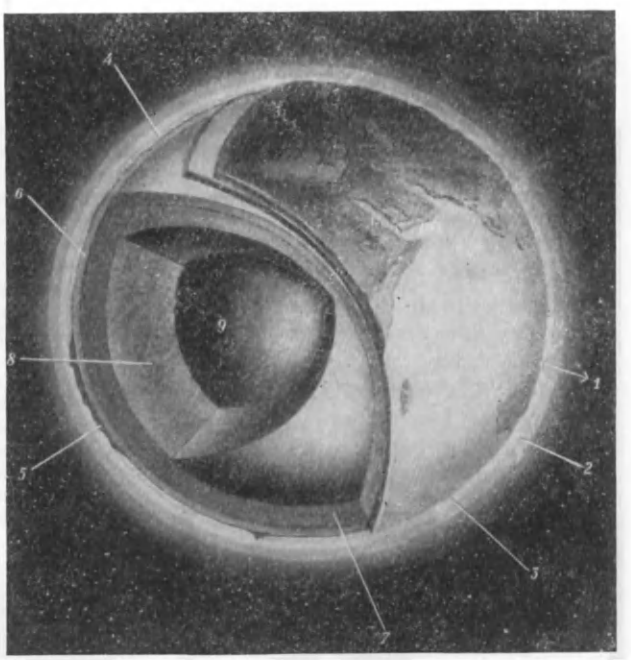


Схема строения нашей планеты: *1* — атмосфера; *2* — стратосфера; *3* — тропосфера; *4* — гидросфера; *5* — гранитный слой; *6* — базальтовый слой; *7* — подкоровая часть внутренней оболочки Земли (поверхность Мохоровичича); *8* — внутренняя оболочка Земли; *9* — ядро Земли (ядрышко).

денные недавно в СССР, пока не подтвердили возможность такого изменения вещества в ядре Земли.

В ядре на расстоянии 5100 *км* от поверхности заключено еще внутреннее ядро Земли, или ядрышко. Оно, вероятно, находится в твердом состоянии. Надо иметь в виду, что условия существования материи в больших глубинах земного шара резко отличны от условий на земной поверхности и тех, которые пока мы смогли создать в лабораториях.

Геофизики высказали предположение, что континенты возникли в связи с выделениями огромных количеств энергии, периодически происходящими в земной оболочке (мантии) на глубинах 600—700 *км*. Следствием этого является процесс разделения (дифференциация) вещества Земли, который приводит к обеднению отдельных участков оболочки Земли кремнекислотой, окисью алюминия, щелочными металлами и выносу их наверх — в земную кору, где они образуют континенты. Таким образом, в земном шаре, основываясь на сейсмических данных, можно выделить следующие зоны, отличающиеся по физическим свойствам: земная кора, верхняя мантия, переходный слой, нижняя мантия, внешнее ядро и внутреннее ядро.

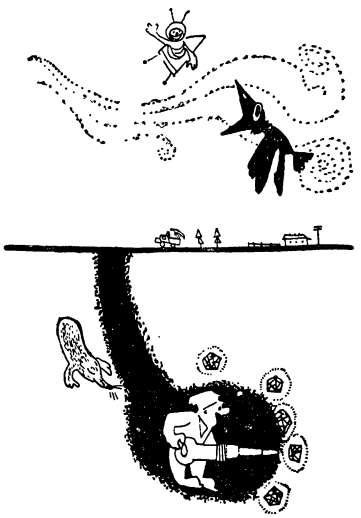
До сих пор нет единых общепризнанных взглядов на состав мантии и ядра.

Изучая земной шар в целом, ученые уже давно выделили ряд присущих ему оболочек: воздушную оболочку, или атмосферу, жидкую оболочку, или гидросферу (гидро — вода), и литосферу (литос — камень) — твердую оболочку, или, как ее теперь называют, земную кору. В начале XX в. учение о внешних оболочках Земли развил выдающийся русский ученый В. И. Вернадский. Он выделил еще прерывистую ледяную оболочку и биосферу — область, занятую живыми организмами. Геофизики разработали, как вы уже знаете, учение о внутреннем строении Земли тоже в виде ряда глубинных оболочек и центрального ядра.

С каждым годом данные геофизики позволяют все лучше и лучше разбираться в строении земного шара, а это в свою очередь дает возможность установить связь ряда важнейших геологических процессов, протекающих в земной коре, с процессами, происходящими в глубинах земного шара. Вот почему так важно и так интересно изучать строение нашей планеты.

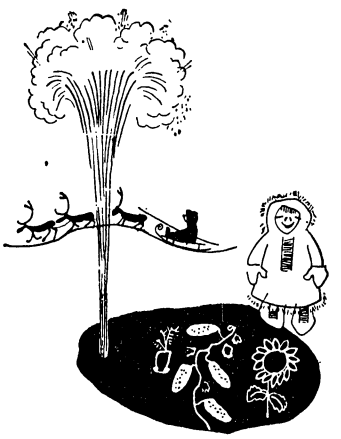
Таинственный мир под ногами

Ученые давно стремятся раскрыть тайны глубин нашей планеты. Человек проник в космос, поднявшись почти на 300 *км* от Земли, но он не знает, что́ находится у него под ногами на глубине даже десяти километров.



Ведь самая глубокая скважина проникла в недра на глубину менее 8 *км*. Сейчас разрабатываются проекты сверхглубокого бурения земной коры. В СССР предполагается бурить скважины на глубину 10—15 *км* в ряде районов — в Прикаспийской низменности, в Карелии, на Курильских о-вах и в других местах. В США намечено бурение скважины под океаном, где земная кора тоньше, чем на материке. Вблизи берегов Южной Калифорнии провели пробное бурение. При этом встретили большие трудности: буровой инструмент надо опускать сквозь слой воды толщиной в несколько километров с корабля, который должен очень точно стоять на одном месте.

В нашей стране для выполнения гигантских планов развития хозяйства, намеченных Программой партии, требуется много разнообразного минерального сырья. Мы знаем, что на большой глубине в Европейской части СССР залегают слои каменных пород, абсолютный возраст которых свыше 900 млн. лет. В подобных слоях в Южной Африке залегает самое крупное в



мире золоторудное месторождение. Это не случайно, так как именно золото чаще всего встречается в древнейших горных породах. Вполне вероятно, что в пределах Европейской части СССР на больших глубинах появятся в будущем золотодобывающие предприятия. Возможно, что на глубине име-

ЗЕМЛЯ — БОЛЬШОЙ МАГНИТ

Удивительная способность магнита притягивать железо была известна еще в глубокой древности. Свойство магнита указывать юг и север было открыто позже.

Еще в III в. изготовляли особые «югоуказатели» в виде маленького человечка с вытянутой рукой.

Эта фигурка — древнейший компас — укреплялась на вращающемся магните.

Значительно позднее (в VIII—IX вв.) арабы стали применять компас для мореплавания. В то время арабские торговые корабли часто плавали из Азии в Европу.

Европейские мореплаватели пользовались компасом примерно с IX в., но не знали, так же как китайцы и арабы, почему один конец магнитной стрелки показывает на север, а другой — на юг.

Вплоть до начала XIX в. на вопрос о причине земного магнетизма часто отвечали так: Земля сама большой магнит. Внутри Земли как бы «спрятан» очень сильный магнит. Он и управляет поведением стрелки компаса, заставляя ее устанавливаться вдоль магнитных силовых линий, опоясывающих земной шар и создающих магнитное поле Земли.

Направление этих силовых линий и указывает стрелка компаса.

Мореплаватели, правда, давно уже заметили, что северный конец стрелки не совсем точно указывает на север, а южный — на юг. Еще Колумб, когда плыл в Америку, обнаружил, что географический меридиан не совпадает с магнитным, вдоль которого устанавливается стрелка компаса. Угол между этими двумя направлениями называется *магнитным склонением*. Каждое место на Земле имеет свой угол склонения, и штурман корабля или самолета должен иметь точную карту магнитных склонений. Такая карта составляется по показаниям компаса. Известно, например, что в районе Москвы угол склонения равен 7° к востоку, а в Якутске — около 17° к западу. Это значит, что северный конец стрелки компаса в Москве отклоняется на 7° вправо от географического меридиана, проходящего через Москву, а в Якутске — на 17° влево от соответствующего меридиана.

Магнитная ось Земли наклонена к географической примерно под углом в 11°,5, поэтому географические полюсы также не совпадают с магнитными.

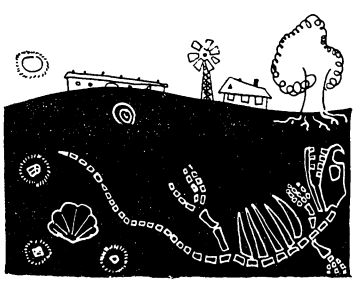
Магнитную стрелку можно заставить колебаться и не на острие, как это делается в компасе. Ее можно закрепить на горизонтальной оси, тогда она будет качаться в вертикальной плоскости. Такую стрелку называют *стрелкой наклонения*. Действительно, она показывает, под каким углом к горизонту действует на нее в данном месте магнитная сила Земли, т. е. каково *магнитное наклонение*. На Северном и Южном магнитных полюсах острие стрелки направлено прямо

ются большие скопления редких элементов, которые широко применяются новейшей техникой.

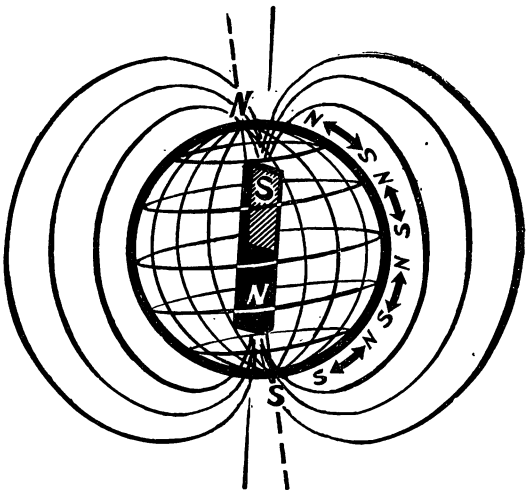
Трудно сейчас предсказать, какие минералы могут быть обнаружены сверхглубоким бурением, но, несомненно, это будут ценнейшие полезные ископаемые. Развитие глубинного бурения подводит нас также вплотную к широкому использованию тепловой энергии Земли. Температура глубинных подземных источников достигает 200°. Их можно использовать для выработки электроэнергии, для отопления городов, для выращивания овощей в теплицах.

Исследования глубин Земли помогут выяснить закономерность в распространении полезных ископаемых в земной коре и создать более точные карты прогнозов, обосновывающие правильное направление поисков минерального сырья.

Глубинное бурение позволит ответить на многие загадки в истории Земли. По содержащимся в слоях окаменелостям животных и растений можно будет с большей полнотой восстановить недостающие страницы в истории развития жизни на Земле, особенно в наиболее отдаленные эпохи. Вероятно, ученые смогут ответить на такие важные вопросы: почему одни участки суши поднимаются, а другие опускаются; почему происходят землетрясения; из каких слоев изливается на поверхность лава; движутся ли материки или устойчиво стоят на месте. Ответы на эти вопросы имеют не только познавательное, но и большое практическое значение. Вот почему бурение первой сверхглубокой скважины можно сравнить по значению для науки с запуском первого искусственного спутника Земли в космос.



вниз: магнитное наклонение здесь наибольшее— оно равно 90°. Углы магнитного наклонения хорошо изучены на всей Земле. Если обнаруживаются резкие изменения углов наклонения, то это указывает, что в данном месте под поверхностью Земли скрыты намагниченные горные породы или железные руды.



Земля представляет собой большой магнит, от полюсов которого расходятся силовые линии магнитного поля. Стрелки компаса на поверхности Земли ориентируются по направлению к магнитным полюсам.

Магнитная разведка (см. стр. 99) залежей железа или других магнитных руд в сущности сводится к поискам мест резких магнитных аномалий, т. е. таких мест, где магнитная сила земного поля по величине или направлению резко отклоняется от нормы. Сейчас магнитную разведку ведут даже с самолетов. Под Курском, в Сибири, на Урале, на Кольском п-ове обнаружены сильные магнитные аномалии, там же найдены залежи железных руд.

Стрелка компаса в течение суток ведет себя неспокойно. Она сдвигается немного в сторону, колеблясь в общем около положения равновесия. Это значит, что магнитное поле Земли за сутки немного меняется. Суточные колебания магнитной стрелки всегда больше летом, чем зимой.

Причина этих изменений магнитного поля Земли — электрические токи, текущие в атмосфере на большой высоте. Вызваны они солнечным излучением.

Иногда электрические токи в атмосфере становятся особенно сильными. Происходит это, когда с поверхности Солнца с огромными скоростями выбрасываются потоки мельчайших частиц. Они проникают в земную атмосферу и порождают в ней электрический ток. Стрелка компаса начинает вздрагивать и все больше и больше отходит от положения равновесия. Такое явление называют м а г н и т н о й б у р е й. Она может продолжаться несколько часов и даже суток. Когда магнитная буря утихает, стрелка компаса возвращается к положению равновесия. Во время сильных магнитных бурь нарушается нормальная работа телеграфа, телефона и радио.

Магнитные бури часто наблюдаются на широте 66—67° (в зоне полярных сияний) и часто возникают одновременно с полярными сияниями. По-видимому, оба эти явления вызваны одними и теми же причинами.

За изменениями земного магнитного поля нужно постоянно наблюдать. Для этого организована специальная Служба земного магнетизма. Вот уже более ста лет по данным многочисленных экспедиций и по измерениям на магнитных станциях составляются подробные карты магнитного склонения и наклонения и таблицы суточного и годового хода изменений магнитного поля Земли.

Многолетние наблюдения показали, что положение магнитной стрелки по отношению к географическому меридиану также со временем меняется: конец стрелки медленно перемещается к западу или востоку. Это так называемые в е к о в ы е и з м е н е н и я м а г н и т н о г о п о л я З е м л и. Их всегда приходится учитывать при составлении магнитных карт.

Для вождения кораблей и самолетов, разведки полезных ископаемых и для очень многих научных целей нужны точные карты магнитного склонения и наклонения.

Магнитные бури и суточные изменения магнитного поля объясняются, как мы знаем, солнечным излучением и выбрасыванием мощных фонтанов частиц с поверхности Солнца. Но до сих пор остается невыясненной основная причина, создающая постоянный магнетизм Земли. Наша планета действительно ведет себя как большой магнит.

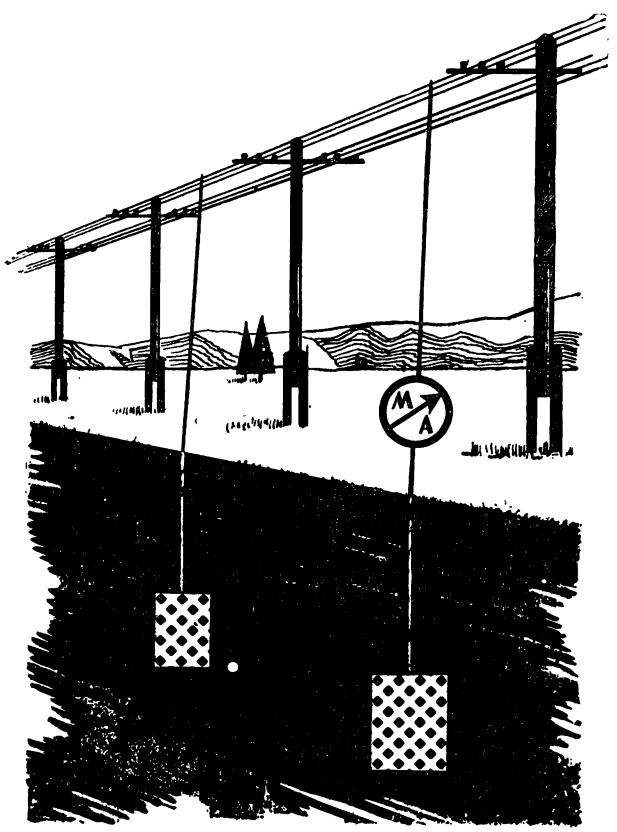
В средние века поведение магнитной стрелки объяснялось силами, идущими с неба, при этом Полярной звезде приписывалось главное влияние на магнитную стрелку.

Серьезные исследования магнетизма начались позднее. В 1600 г. в Англии были опубликованы шесть книг Вильяма Джильберта «О магните, магнитных телах и о большом магните—Земле». Джильберт намагнитил металлический шар (он назвал его т е р р е л л о й)

и исследовал показания стрелки компаса возле него. И все же ответа на основной вопрос, почему Земля намагничена, Джильберт дать не мог.

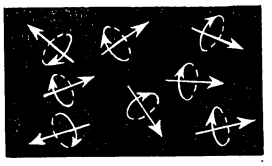
В начале XIX в. французский физик Ампер высказал интересную догадку. Он знал, что электрический ток может влиять на магнитную стрелку. Ампер первый понял, что, если внутри Земли будет течь электрический ток с востока на запад, тогда вокруг Земли появится магнитное поле и земной шар будет похож на джильбертовскую терреллу. Но течет ли на самом деле ток в Земле и какая причина делает его постоянным?

Чтобы ответить на эти вопросы, геофизики зарывали глубоко в землю металлические пластины и при помощи телеграфных проводов соединяли их над землей, включив в эту цепь гальванометр. Прибор действительно обнаруживал ток, но чрезвычайно слабый и к тому же непостоянный. Тогда для объяснения источника земного магнетизма попытались привлечь



Глубоко под землей закопаны две металлические пластины, соединенные проводами с телеграфной линией. К одному из проводов, ведущих к пластине, подключен миллиамперметр.

на помощь атмосферные электрические токи. Они текут из воздуха в Землю. Однако известно, что на 1 $км^2$ Земли приходит атмосферный ток силой всего в 0,000001 ампера. Даже если учесть, что в каждую секунду над всей Землей происходит 100 разрядов молний, все равно постоянное магнитное поле Земли такими причинами невозможно объяснить.



Условное изображение атомов в виде колец. Стрелками показано направление осей электронных орбит. В ненамагниченном состоянии атомы и оси орбит электронов расположены беспорядочно.

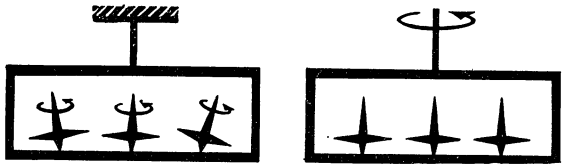
Теоретически удалось доказать, что на 99% магнитное поле Земли вызывают причины, скрытые внутри планеты. Внешние электрические токи могут помочь объяснить лишь различные малые изменения земного магнитного поля.

В самом начале XX в. делалась попытка объяснить магнетизм Земли ее суточным вращением. Известно, что Земля заряжена отрицательным электричеством. Ее вращение создает ток, а электрический ток всегда окружен магнитным полем. Но теоретически вычисленная напряженность такого поля оказалась в десятки миллионов раз слабее истинного магнитного поля Земли.

И все же физики попытались спасти гипотезу о самонамагничивании Земли из-за ее вращения. Для этого они привлекли на помощь новые сведения о строении атома. Как известно, электроны в атомах вращаются по замкнутым орбитам. Оси этих орбит по-разному наклонены в различных атомах. На рисунке показано, как они расположены внутри ненамагниченного металлического стерженька. Но если стержень привести в быстрое вращение, то оси электронных орбит будут стремиться стать параллельно друг другу — совершенно так же, как, подчиняясь законам механики, это делают обычные волчки, запущенные внутри вращающейся коробки. В таком случае быстро вращающийся стержень должен намагнититься, так как электронные токи в атомах окажутся из-за поворота осей одинаково направленными. Их магнитные поля будут складываться, усиливая друг друга, и на концах стержня появятся магнитные полюсы.

В 1919 г. удалось намагнитить стержень, быстро его вращая.

Не происходит ли то же самое в металлах, находящихся в земной коре? Ведь суточное вращение Земли может «навести порядок» в



Внутри коробки запущены детские волчки. Слева — коробка неподвижна. Справа — коробка вращается. Оси волчков в ней стали параллельно оси вращения коробки.

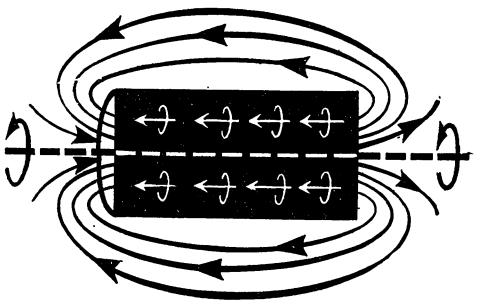
расположении орбит атомов магнитных веществ земной коры. Электронные орбиты должны, по-видимому, повернуться так, чтобы стать параллельными плоскости экватора. Легко было проверить, что при этом Южный магнитный полюс появится на географическом севере, как это имеет место на Земле.

Зная скорость вращения нашей планеты и примерное распределение магнитных материалов в Земле, удалось подсчитать интенсивность намагничивания.

Она оказалась в миллиарды раз меньше действительной. Так еще одна гипотеза потерпела неудачу.

В 1939 г. американский физик Эльзассер предложил новую теорию происхождения земного магнетизма: Земля намагничена термоэлектрическими токами, текущими в жидком земном ядре.

Температура в нем достигает нескольких тысяч градусов, а давление доходит до миллионов атмосфер.



Когда быстро вращают металлический стержень, то внутри него атомы располагаются так, что оси электронных орбит становятся параллельными друг другу и оси вращения стержня. Вокруг стержня идут силовые линии магнитного поля.

Известно, что термоэлектрический ток возникает, когда один спай двух металлов нагрет больше, чем другой. По мнению Эльзассера, в земном ядре имеются подходящие условия для возникновения термотока. В ядре перемешаны различные металлы, так что всегда имеется контакт двух металлов — хотя и в жидком состоянии. Кроме того, температура на различных глубинах в ядре, несомненно, разная. А это как раз и нужно для поддержания термотока в земном ядре: соприкосновение разнородных металлов и перепад температуры.

Струи расплавленного металла текут из центра ядра по радиусам к поверхности. Вращение Земли искривляет путь струи, превращая ее в кольцо, охватывающее земную ось. Механики называют силу, искривляющую путь такой струи из-за вращения Земли, кориолисовой силой.

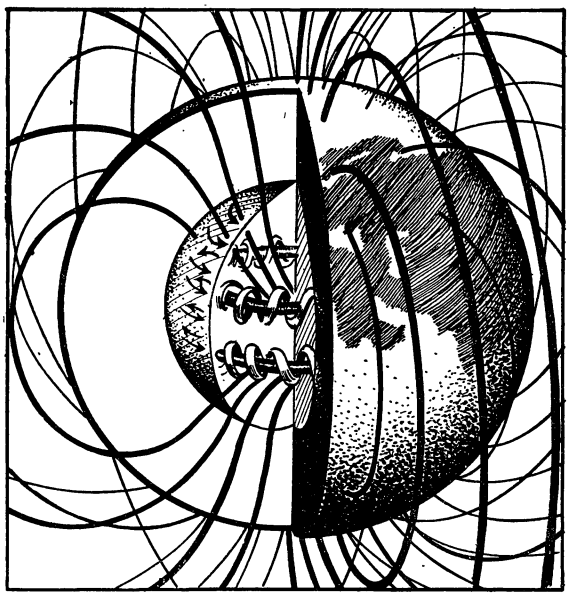
Эльзассер пытался доказать, что вдоль вихря расплавленного металла должен течь с востока на запад термоэлектрический ток, подмагничивающий Землю.

На самом деле сложное движение вещества ядра Земли и циркулирующих в нем термотоков пока не поддается точному расчету. Да и не все предположения Эльзассера достаточно обоснованы. И хотя он на протяжении многих лет пробовал улучшить методы расчета, задача все-таки оказалась до конца не решенной. Тем не менее она подготовила появление современной, более совершенной теории земного магнетизма, предложенной в 1947 г. советским физиком Я. Френкелем. Ученый нашел сходство между процессами, происходящими в земном ядре, и работой динамо-машины с самовозбуждением. Когда такая динамо-машина начинает работать, ее магнит (он называется статором) совсем слабо намагничен. Но по мере того как якорь машины, на котором намотаны витки проволоки, быстро вращается в слабом поле статора, в нем возникает индукционный ток. Он мал и непригоден еще для использования. Его заставляют течь по обмотке машины так, чтобы он намагничивал, т. е. усиливал, поле статора. Витки якоря продолжают вращаться, но теперь уже в более сильном магнитном поле, и в них наводится более сильный индукционный ток. С каждым новым оборотом машины происходит «подхлестывание», или самоусиление, поля.

Как снежный ком, который катится с горы и разрастается до размеров огромной лавины, так и динамо-машина с самовозбуждением доводит поле своего магнита до предельного постоянного состояния. С этого момента машина начинает нормально работать.

Если якорь машины вращает газовая или водяная турбина, то все устройство в целом называют турбогенератором.

Френкель считает, что земное ядро является



Внутри Земли как бы действует турбогенератор.

своеобразным природным турбогенератором. Роль турбины в нем играют тепловые потоки: они поднимают из недр ядра во все стороны большие массы расплавленного металла, обладающего свойством жидкости. Кориолисова сила «закручивает» их вокруг земной оси, образуя, таким образом, гигантские витки внутри «земной динамо-машины». В этих замкнутых потоках горячего металла, как и в витках проволоки на якоре обычной динамомашины, должен был когда-то давно возникнуть индукционный ток. Он постепенно подмагничивал земное ядро. Первоначальное очень слабое магнитное поле усиливалось до тех пор, пока с течением времени не дошло до своего предельного значения. Этот предел был достигнут в далеком прошлом. И хотя земной турбогенератор продолжает свою работу, кинетическая энергия бурных потоков жидкого металла тратится теперь не на подмагничивание земного ядра, а целиком превращается в теплоту.

Что касается слабого начального магнитного поля, без которого земной турбогенератор не смог бы начать работать, то его происхождение обосновать нетрудно. Для этого достаточно вспомнить попытку объяснить магнетизм Земли ее суточным вращением. Она была признана неудачной только потому, что давала земному шару ничтожно малое намагничивание. Но в природном «турбогенераторе» начальное поле может быть как угодно малым, ведь со временем оно увеличится до необходимых размеров.

Еще не все трудности новой теории преодолены. Не удается, например, подсчитать величину индукционного тока в земном ядре. Не выяснено пока, до какого предела должно усиливаться магнитное поле в ядре. Мало известны еще законы движения хорошо проводящего электрический ток металла в магнитном поле земного ядра.

Тем не менее идея внутриземного «турбогенератора» привлекла много последователей. Настойчиво эту теорию в последние годы разрабатывает и Эльзассер.

Теория Френкеля особенно заманчива потому, что она пригодна для объяснения магнитных полей любых космических тел: Солнца, звезд, планет, туманностей и т. д. Быть может, внутри всех этих небесных тел также работают «космические турбогенераторы» с самовозбуждением.

Интерес к магнитным полям небесных тел чрезвычайно большой.

Именно они управляют движением заряженных частиц, пересекающих огромные просторы Вселенной.

За пределами земной атмосферы, в магнитных полях далеких туманностей, приобретают колоссальные скорости ядра легких атомов — водорода, гелия, лития и др. Происхождение космических лучей связано именно с этими частицами.

Вот почему в контейнере ракеты, посланной на Луну в 1959 г., и на борту третьего спутника, запущенного в 1958 г., были установлены сверхчувствительные магнитометры. Они могли измерять магнитные поля на громадных расстояниях от Земли.

Магнитометры работали в полете и передавали сведения при помощи телеметрической аппаратуры.

Так, например, было обнаружено, что Луна не намагничена.

Ученым еще не удалось полностью разгадать истинную причину магнетизма Земли и других небесных тел.

Но можно с уверенностью сказать, что сейчас наука близко подошла к решению этой трудной задачи.

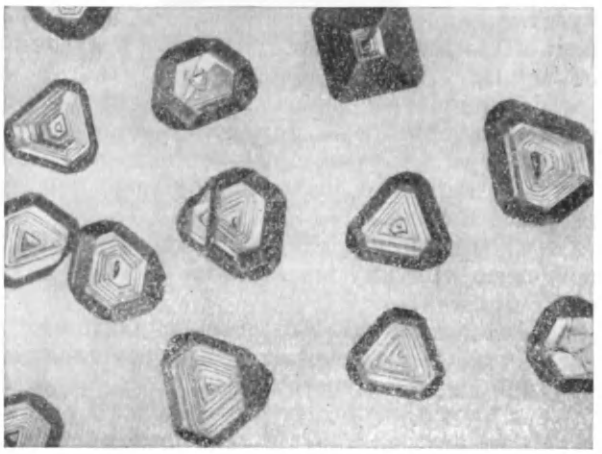
В МИРЕ КРИСТАЛЛОВ

Начнем с простого опыта. Возьмите четверть стакана воды и сыпьте в него понемногу чистую поваренную соль, помешивая ложечкой. Сначала соль хорошо будет растворяться в воде, потом все хуже и хуже, и в конце концов новые порции соли совсем перестанут растворяться, сколько бы ни размешивать раствор.

Вылейте раствор соли на блюдце, лучше на металлическое, например на жестяную крышку от банки, и подогрейте на плитке или просто поставьте в теплое место. Вода постепенно начнет испаряться, а на блюдце появятся крупинки соли. Смотрите внимательнее: эти крупинки растут. Вот уже и вся вода испарилась. Рассмотрите-ка оставшиеся крупинки соли в лупу. Что удивительного в них? Каждая крупинка — это правильный кубик, ровный, с гранями гладкими и блестящими, как зеркало. Это выросли кристаллы поваренной соли.

Посмотрите в лупу на сахарный песок. Каждая крупинка — это тоже кристаллик с ровными, гладкими гранями, но уже не простые кубики, а кристаллик более сложной формы. В лупу да и простым глазом можно разглядеть, как поблескивают в кусковом сахаре отдельные грани слипшихся вместе многих мелких кристалликов — правильных многогранников. Эти кристаллики сахара тоже выросли сами из растворенного или расплавленного сахарного сиропа.

Нетрудно вырастить самому и другие кристаллы. Синий медный купорос можно достать в хозяйственном магазине; белые калиевые квасцы — в магазине химикалий. Наверняка найдутся различные вещества в школьной лаборатории. Растворите их в горячей воде — столько, сколько сможет раствориться, а потом поставьте банку с раствором в холодное, спокойное место. На следующий день вы увидите, что в банке выросли кристаллы — красивые ровные многогранники. Опустите в такую банку нитку, и кристаллики нарастут на ней. Такими кристаллическими бусами хорошо украсить новогоднюю елку — их гладкие, блестящие грани будут сверкать и переливаться при свете огней.



Мелкие кристаллики квасцов, выращенные из раствора.

Кристаллы природного флюорита.

Такие же правильные многогранные кристаллы встречаются часто и в мире камней. Нередко в земле находят камни такой формы, как будто их вырезал, отшлифовал и отполировал искусный мастер. Кристаллы — это камни с природной, т. е. не сделанной рукой человека, правильной, симметричной, многогранной формой.

Несколько лет назад наши геологи нашли глубокую пещеру, свод и стены которой были покрыты огромными голубоватыми кристаллами флюорита такой поразительной красоты и совершенства, каких не видели до тех пор нигде в мире. Вход во флюоритовый грот находится в отвесной скале над горным озером. Чтобы попасть в него, геологам пришлось висеть на веревках на 200-метровой высоте. Но труд был вознагражден прекрасной картиной, открывшейся перед их глазами. Самой замечательной была группа кристаллов весом

около 200 *кГ*, она включала более ста идеально прозрачных, блестящих, чуть голубоватых кубов, ребро каждого было не менее 10—12 *см*.

Кристаллы слюды бывают 7 *м* ширины при 3 *м* длины. Кристаллы полудрагоценного минерала берилла достигают 5,5 *м* длины. Такая колонна толщиной в 1,5 *м* — внушительное зрелище. В Испании огромные кристаллы берилла используют как столбы у ворот. Рассказывают, что один кристалл полевого шпата был так велик, что в нем была заложена целая каменоломня. Кристаллы горного хрусталя (кварца) — это нередко столбы в полтора-два человеческих роста, весом в тонну и больше. Несколько лет назад в «Правде» сообщалось, что геологи на Алтае нашли самый большой на земле кристалл горного хрусталя. Высота этого «кристаллика» с двухэтажный дом, а весит он 70 *Т*. Вокруг этого гиганта частоколом стояли кристаллы того же горного хрусталя высотой в метр и более.

Поваренная соль тоже встречается в виде очень больших кристаллов каменной соли. В пустынях Средней Азии и Ирана есть целые горные хребты из кристаллической каменной соли. Причудливы и удивительны формы этих соляных скал, отсвечивающих холодным блеском. Ни кустика, ни травинки нет на склонах соляных гор, лишь иногда по соляному руслу, между соляных берегов журчит соленый ручеек.

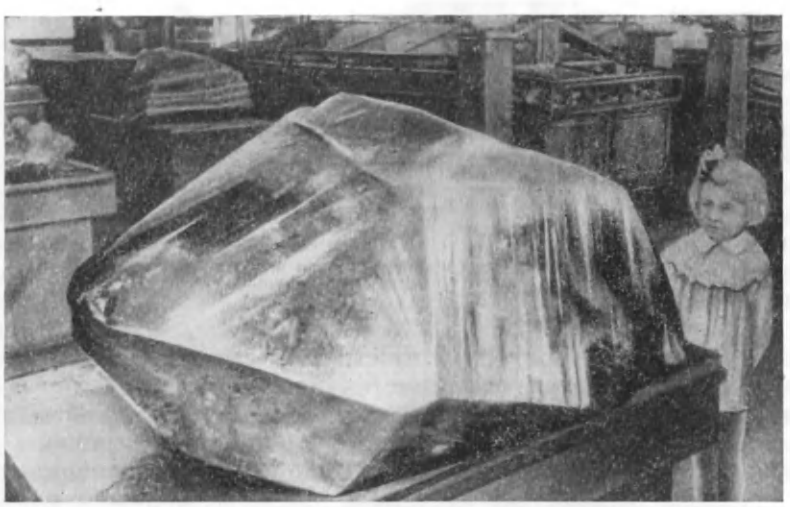
Раньше кристаллы считали редкостью, «игрой природы». Конечно, великаны-многогранники встречаются не так уж часто, но кристаллы меньших размеров окружают нас повсюду. В граните даже без лупы легко различить пластинки слюды, кристаллики кварца и полевого шпата. Песчаник и песок состоят из окатанных кристаллов кварца, а мрамор — из кристаллов кальцита. Почти все минералы на земле и почти все горные породы состоят из кристаллов.

На свежем изломе металла тоже нетрудно разглядеть простым глазом или в лупу отдельные зернышки кристаллов. Если эти кристаллики слишком мелки, тогда, чтобы «разглядеть» их, привлекают на помощь рентгеновские лучи. С помощью этих замечательных лучей, проникающих сквозь предметы, непрозрачные для обычного света, установили, что в с е твердые металлы и почти в с е камни — кристаллы. На Земле нет некристаллических металлов. Оказалось также, что из кристаллов состоят очень многие другие тела: в глине, каучуке, саже, костях, волосах, иглах дикобраза, клыках мамонта, в волокнах шерсти, шелка, целлюлозы обнаружено кристаллическое строение.

Мелкие кристаллики, видимые на изломе металла.

Мы живем в мире кристаллов. Наши дома и города построены из камня и металла, т. е. в основном из кристаллов. Мы ходим по кристаллам, добываем кристаллы из земли, создаем изделия из кристаллических материалов, посылаем в космос кристаллические приборы, едим кристаллы, лечимся кристаллами и даже сами частично состоим из кристаллов.

Нет такого места на Земле, где бы не было кристаллов. И не толь-



Кристалл горного хрусталя.

ко на Земле! Из межпланетного пространства иногда прилетают к нам осколки небесных тел — метеориты. Они тоже сложены кристаллами. Советские астрономы установили недавно, что облака Юпитера и Сатурна состоят, по-видимому, из кристаллов аммиака, а кольца Сатурна покрыты кристаллами инея. И есть даже данные для предположения, что сердцевина таких звезд, как «белые карлики» (см. т. 2 ДЭ), тоже представляет собой кристаллическое вещество.

СТРОЕНИЕ КРИСТАЛЛОВ

Но как же найти кристалл, если он даже не виден? И как же отличить кристалл от некристалла? Может быть, по многогранной форме? Но у мелких сросшихся вместе кристаллических зерен в металле или в булыжнике внешняя форма совсем неправильная. И в то же время стекло может быть многогранным — ну, например, граненые стеклянные бусы. Однако стекло — вещество некристаллическое. В чем же дело?

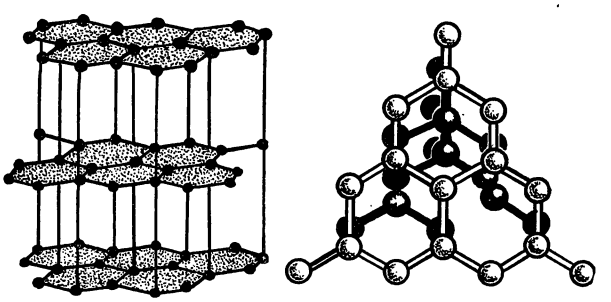
В том, что кристаллы *сами*, без помощи человека, принимают свою форму, они *вырастают многогранниками*, а стекло должно быть огранено рукой человека.

Это основное различие между кристаллами и некристаллами объясняется их внутренним строением, тем, как расположены в них мельчайшие частички вещества — атомы, ионы, молекулы. Все в мире сложено из этих мельчайших частиц. Везде и во всем, в камнях и металлах, в дереве и в теле человека, в капле дождя и в облаке дыма — везде движутся мельчайшие частички. Во всей Вселенной не найдется ни одного атома, ни одной молекулы, которые бы не двигались непрерывно.

Движения эти, однако, не все одинаковы. В газе и в жидкости движение частиц беспорядочно. Отдельные частицы сближаются, сталкиваются, расходятся, опять налетают друг на друга и снова отскакивают в стороны, иногда и очень далеко друг от друга. Быстро двигающиеся частицы газа или жидкости разлетались бы совсем в разные стороны, если бы не было сил, которыми они притягиваются друг к другу. В газе эти силы совсем малы. Именно поэтому газ так легко расширяется, частицы его расходятся. В жидкости силы притяжения, действующие между частицами, тоже еще невелики, но все же побольше, чем в газе.

Что происходит, когда жидкость или газ, застывая, превращаются в твердое тело, например, когда вода, замерзая, становится твердым льдом, когда водяные пары кристаллизуются в узоры инея или в чудесные звездочки снежинок или же когда застывает расплавленная сталь? Меняется ли при этом движение частиц? Да, меняется, и очень заметно. В твердых телах частицы тоже движутся, но уже не беспорядочно, а строгим, правильным, симметричным строем. Каждая частица движется только в пределах отведенного ей участка и не может никуда уйти за его пределы. Строй частиц в кристаллическом твердом теле похож на пчелиные соты или на строительные леса: вправо и влево, вперед и назад, вверх и вниз тянутся ровные, правильные, бесконечные ряды частиц. Они выстроены, как физкультурники в строю, но не стоят строго неподвижно, а колеблются около своих мест, как физкультурники, переминающиеся с ноги на ногу, нетерпеливо ожидая команды: «Разойтись!»

Но разойтись, выйти из строя частицы кристаллического твердого тела могут лишь при определенных условиях: если, например, нагреть кристалл так, чтобы он начал плавиться. Под теплыми лучами весеннего солнца начнет таять лед, разрушится строй частиц в кристалле льда и ослабеют силы, удерживающие частицы на их местах. Скрылось солнце, снова подморозило, закружились в воздухе снежинки: это опять частицы собрались правильным строем, ровными, симметричными, правильными рядами.



Так расположены атомы углерода в кристалле графита (слева) и алмаза (справа).

Порядок и симметрия — вот что характерно для твердого кристаллического тела. Во всех кристаллах частицы расположены правильным, четким строем, выстроены симметричным, правильным узором. Пока есть этот порядок — существует кристалл. Нарушен порядок, рас-

сыпался строй частиц — это значит, что кристалл расплавился, превратившись в жидкость, или испарился, перешел в пар.

Внутреннее строение кристаллов определяет их внешнюю форму. Кристалл растет так, что каждая новая частичка как бы пристраивается к строю, находит свой участок, свое положение в строгой системе.

Но кристалл не перестает быть кристаллом и тогда, когда его внешняя форма не многогранна. Если обломать у кристалла все углы, обточить, обкатать все его грани, а потом поместить этот обломок снова в раствор или расплав так, чтобы он мог расти, то кристалл восстанавливает свою многогранную форму, вырастает снова многогранником. Почему? Потому, что, обломав кристалл снаружи, мы почти не нарушили его внутреннее строение, кристалл не перестал быть кристаллом, он не потерял способности с а м о о г р а н я т ь с я. С помощью лучей Рентгена мы можем убедиться в том, что строение невзрачного обломка или обкатанной песчинки столь же удивительно симметрично и закономерно, как строение гигантского кристалла, найденного в глубинах Земли или выращенного искусственно ученым в лаборатории.

Почему же не все кристаллы вырастают многогранными?

В глубинах Земли находится магма, т. е. сложный раствор-расплав множества различных веществ, из которого при остывании образуются разные минералы с разным кристаллическим строением. Почему из однородной магмы получаются разные минералы? Потому, что каждое кристаллическое вещество застывает или плавится только при строго определенной температуре. Вы знаете, конечно, что вода (при нормальном давлении) замерзает при 0°. Если понижается температура, то точно при 0° вода начнет замерзать, превращаться в кристаллы льда. Пока вся вода не замерзнет, температура ее не будет понижаться дальше. Если, наоборот, нагревать кристалл льда до 0°, он останется неизменным. Как только температура достигнет 0°, кристалл сразу начнет таять. Сколько бы мы ни грели дальше, температура льда не будет повышаться, пока весь лед не растает. Лишь когда весь кристалл, растаяв, превратится в воду (иначе говоря, пока не распадется строй всех частиц), температура воды может начать повышаться.

Любое кристаллическое вещество плавится и кристаллизуется при строго определенной температуре плавления: железо — при 1530°, олово — при 232°, кварц — при 1713°, ртуть — при минус 38°.

У некристаллических твердых тел нет постоянной температуры плавления (а значит, и температуры кристаллизации), при нагревании они постепенно размягчаются.

Когда в глубинах Земли магма застывает медленно, химические вещества, из которых она состоит, затвердевают не все сразу, а поочередно, потому что температура их кристаллизации различна. Сначала кристаллизуются те, у которых температура кристаллизации повыше, потом следующие, и так постепенно магма, застывая, распадается на разнородные, почти всегда кристаллические минералы.

Если этим минералам ничто не мешает при росте, то они вырастают в виде правильных многогранников. Но если много кристаллов растет вместе, то, увеличиваясь, они начинают теснить друг друга. Если кристалл столкнулся с соседним кристаллом, то дальше в эту сторону он уже расти не может. В результате кристалл вырастает в одни стороны больше, чем в другие; так получаются не многогранники, а бесформенные зерна. Отдельные кристаллики бывают хорошо видны в микроскоп или даже простым глазом, но правильных многогранников среди них мало, а чаще и совсем нет.

Интересно, что одно и то же вещество может встречаться и в кристаллическом и в некристаллическом виде.

Расплавим какое-нибудь вещество, ну, скажем, сахар. Что произойдет, когда этот расплавленный сахар будет остывать и затвердевать? Оказывается, что если расплав застывает медленно, спокойно, то он затвердевает в виде кристаллов. Так образуются те мелкие кристаллики сахара, из которых состоит сахарный песок или кусковой сахар. Если же остывание происходит очень быстро, например, если вылить расплавленный сахар в холодную воду или на очень холодное блюдце, то образуется сахарный леденец, некристаллический сахар.

Легко понять, почему это так происходит. Представьте себе, что нужно построить правильными рядами беспорядочную толпу быстро двигающихся людей. Это легко сделать, если дать людям время и возможность разойтись на определенные расстояния, выровнять ряды. Если же сразу крикнуть «Стой!», то, конечно, никакого порядка не получится. То же происходит и при застывании расплава. В жидком

расплаве частицы движутся совершенно беспорядочно. Если расплав застывает медленно, они постепенно собираются в ряды, в ровный строй: образуются кристаллы. Если же застывание происходит очень быстро, то частицы не успевают построиться правильными рядами и расплав затвердевает некристаллическим. Так, например, образуется обычное стекло.

Любопытно, что с течением времени некристаллическое вещество может «переродиться», или, точнее говоря, закристаллизоваться. Пусть леденец полежит спокойно месяца два-три. Он покроется рыхлой корочкой. Посмотрите на нее в лупу: это мелкие кристаллики сахара. В некристаллическом сахаре начался рост кристаллов. Подождите еще несколько месяцев — и уже не только корочка, но и весь леденец закристаллизуется.

С течением времени все некристаллические вещества перерождаются в кристаллические, частицы в них собираются в правильные ряды. Только срок для разных веществ различен: для сахара это несколько месяцев, а для камня — миллионы лет. Даже наше обыкновенное оконное стекло может закристаллизоваться. Очень старое стекло становится иногда совершенно мутным, потому что в нем образуется масса мелких непрозрачных кристаллов. На стекольных заводах иногда в печи образуется «козел», т. е. глыба кристаллического стекла. Это кристаллическое стекло очень прочное. Легче разрушить печь, чем выбить из нее упрямого «козла». Исследовав кристаллическое стекло и расположение атомов в нем, ученые стали создавать новый очень прочный материал из стекла: кристаллическое стекло, или «ситалл».

МОЖНО ЛИ ПЕРЕСТРОИТЬ КРИСТАЛЛИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ

Природа бесконечно разнообразна и не любит повторений. Строй атомов железа совсем непохож на структуру кристалла льда. В каждом веществе своя структура — свой порядок расположения атомов. И от того, каков этот порядок, зависят свойства вещества. Одни и те же атомы, частицы одного сорта, располагаясь по-разному, образуют вещества с совсем разными свойствами.

Много лет назад был такой случай в Ленинграде (тогда еще Петербурге): на одном из складов солдатского обмундирования «простудились» и «заболели» солдатские пуговицы. В те времена пуговицы для шинелей делали из олова. На холодном, неотапливаемом складе лежали большие запасы белых блестящих пуговиц. Когда первые несколько пуговиц потемнели, никто на это не обратил внимание. Пуговицы продолжали темнеть, теряли блеск и через несколько дней рассыпались в порошок. Но самым странным было то, что испорченные пуговицы как бы заражали своих соседей, которые начинали темнеть, тускнеть и рассыпаться. В несколько дней горы ярко блестящих белых пуговиц превратились в бесформенную груду серого порошка. Все имущество склада погибло от «оловянной чумы», как прозвали эту «болезнь» белого олова.

Что же это за «болезнь»? Это всего лишь перестройка порядка атомов в кристаллах олова. Есть два вида кристаллов олова. Первый — это обыкновенное серебристо-белое олово, которое может образовывать большие кристаллы, но те же самые атомы олова могут перестроиться и образовать кристаллы другой разновидности, так называемого серого олова. Свойства этих двух видов олова совершенно различны. Белое олово — ковкий металл, серое — хрупкий. Переходя из белой разновидности в серую, олово рассыпается в порошок. Поэтому белое олово употребляется для припаев, лужения и различных изделий, а из серого ничего нельзя сделать. И белое и серое олово — это кристаллы олова. Они состоят из одних и тех же атомов. Химические свойства олова остаются те же, но изменяется кристаллическая структура: перестраивается порядок атомов и в результате меняются физические свойства вещества. Перестройка кристаллической структуры белого олова в структуру серого олова может начаться при большом морозе. «Оловянная чума» была одной из причин гибели экспедиции капитана Скотта на Южный полюс в 1911—1912 гг. Все запасы жидкого топлива, взятые этой экспедицией, находились в сосудах, паянных оловом. В условиях суровой антарктической зимы белое олово превратилось в порошок серого олова, сосуды распаялись. Отважные исследователи остались без топлива. Вот какие трагические последствия может вызвать изменение кристаллической структуры вещества! Возьмем другой пример. Сажа, или копоть,— мягкий черный порошок. Он скапливается на внешней стороне дна кастрюли, в печных трубах или выбрасывается клубами дыма из труб. Это углерод. Уголь тоже состоит из атомов углерода.

Кристалл алмаза из Якутии (сильно увеличено).

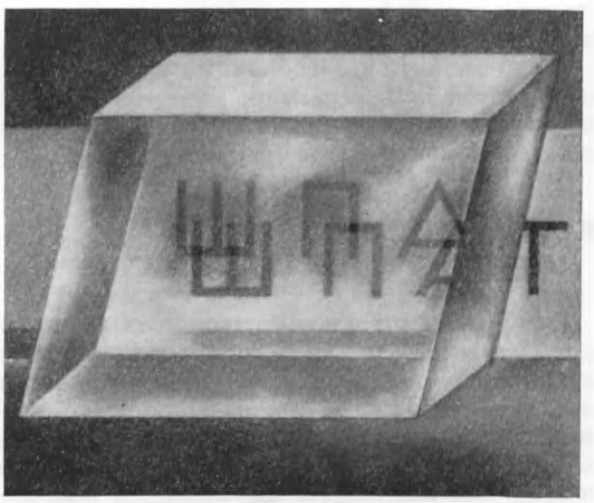
Графит, мягкий стерженек карандаша, оставляющий след на бумаге, представляет собой кристаллы углерода. Посмотрите рисунок на стр. 62. Кристаллическая структура графита состоит как бы из слоев, причем расстояния между этими слоями гораздо больше, чем между отдельными атомами внутри каждого слоя. Такие слои сравнительно легко сдвигаются, скользят один по другому. Именно этим свойством кристаллов графита мы пользуемся, когда пишем графитовым карандашом: слои кристаллов графита сдвигаются и чешуйки графита пристают к бумаге. Только, конечно, каждая такая чешуйка представляет собой не один, а очень много атомных слоев: ведь расстояния между слоями атомов в кристалле составляют стомиллионные доли сантиметра, а оставшиеся на бумаге следы графита видны простым глазом.

Но есть и другая форма кристаллического углерода — алмаз. Это самый дорогой и самый красивый из драгоценных камней. Маленькие граненые алмазы видел каждый: это крохотный кристаллик, вставленный в оправу режущего инструмента стекольщика.

Алмаз — самый твердый из всех известных на земле минералов. Алмазными пилами распиливают камни. Алмазными бурами вгрызаются в глубь земли при глубоком бурении. Тонкая проволочка из таких твердых металлов, как углеродистая и хромоникелевая сталь, вольфрам, твердые сплавы, тоже изготовляется с помощью алмаза: чтобы вытянуть в тонкую нить металлическую проволочку, ее нужно проволочить через узкое отверстие, потом через еще более узкое и дальше еще и еще через все более узкие отверстия. Чтобы проволока получилась ровной, нужно эти отверстия делать в очень твердой основе, иначе металл будет растачивать края отверстия. Незаменимым материалом для таких волочильных досок (фильеров) оказывается алмаз. Сквозь дырочки в алмазе вытягивают проволочки диаметром до тысячных долей миллиметра. Так, например, делают вольфрамовые нити для спиралей электроламп.

Алмазным порошком шлифуют и полируют твердые камни, закаленную сталь, твердые и сверхтвердые сплавы.

Самые ответственные детали двигателей в автомобильном, авиационном и многих других производствах обрабатываются алмазными резцами и сверлами.

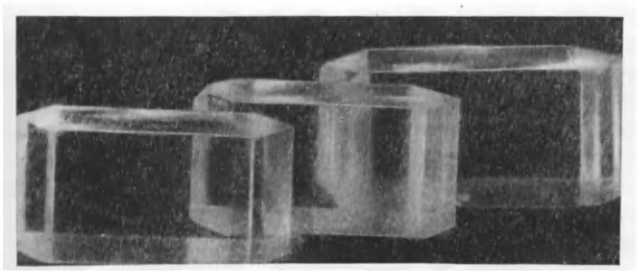


Кристалл исландского шпата.

В производстве используют крохотные мутные кристаллики алмаза, потому что прозрачные кристаллы алмаза, даже и совсем небольшие, ценятся очень дорого.

Вся мировая добыча алмаза за год (без СССР) уместится на одной грузовой машине. Не удивительно, что с давних пор возникла заманчивая идея: превратить графит в алмаз.

Казалось, задача проста: нужно только изменить порядок расположения атомов углерода. Но оказалось, решить ее не так-то легко. В природе алмаз образуется в глубинах Земли, где температура доходит до 3,5 тыс. градусов, а давление в 200 тыс. раз больше, чем на поверхности Земли. Более восьмидесяти лет упорно трудились ученые разных стран, но атомные постройки углерода не сдавались



Искусственно выращенные кристаллы сегнетовой соли.

человеку. Интересно, что сначала задача была решена теоретически. Физики рассчитали давление и температуру, при которых легкая атомная постройка графита перейдет в несокрушимую крепость алмаза. При таких условиях отказываются служить обычные материалы: массивная сталь перестает быть надежной защитой, водород проходит сквозь стенки стальной бомбы, как воздух через рогожный мешок. И все же эта трудная задача была решена советскими учеными. Теперь в нашей стране организовано промышленное производство советских искусственных кристаллов алмаза и инструмента из них. Искусственные алмазы значительно дешевле натуральных, а по твердости даже превышают их. Срок службы инструмента с алмазной заточкой в десятки раз больше обычного. Обработка трущихся деталей алмазом вдвое увеличивает срок службы этих деталей.

А это значит, что собранные из таких деталей автомобиль, трактор, компрессор и многие другие машины будут работать без капитального ремонта вдвое дольше.

БЕСПОРЯДОК В ПОРЯДКЕ И ПОРЯДОК В БЕСПОРЯДКЕ

Уже много лет ученых тревожила одна из загадок природы. Зная, каков порядок расположения атомов в кристалле, ученые рассчитали, какова должна быть прочность атомного «каркаса». И вдруг оказалось, что все технические металлы на самом деле гораздо менее прочны, чем получается по расчету. Так, например, чистое железо или чистое олово должны быть в сто, а то и в тысячу раз прочнее, чем то железо и то олово, с которым имеет дело техника.

Но почему же реальный, технический металл не столь прочен, как получается по расчету?

Оказалось, что в идеальном порядке атомных построек в каждом кристалле можно встретить дефекты, нарушения: либо как бы оборвана, не закончена атомная плоскость, либо как бы сдвинут ее порядок. Обнаружилось, что такие дефекты всегда существуют в любом кристалле. Очень тонкие, очень малые нарушения, но ведь, «где тонко, там и рвется». Поэтому, если на кристалл снаружи действуют силы, кристалл поддается им прежде всего в тех местах, где порядок нарушен. Представьте себе, что в ажурном каркасе высотного дома одна из балок оказалась с изъяном: из-за нее легко может рухнуть вся постройка. Так и в кристалле из-за дефектных мест атомные постройки разрушаются намного легче, чем должно быть по расчету.

Техническое железо выдерживает вес в 20 *кГ* на 1 *мм*^{2}, а могло бы оно выдерживать 1400 *кГ* при том же сечении. И только из-за того, что какие-то атомы железа сошли со своих мест, приходится тратить семьдесят тонн железа там, где можно было бы обойтись и одной! Естественно, что техника крайне заинтересована в создании высокопрочных кристаллов. Очевидно, это должны быть кристаллы с совершенно идеальным порядком, без единого нарушения атомного строя. Задача очень трудная, но первые успехи уже есть. Удалось получить кристаллы железа и других металлов, в 100—1000 раз более прочные, чем природные. Пока такие кристаллы очень малы: это нитевидные кристаллы — «усики», тоньше человеческого волоса. Больших бездефектных кристаллов пока выращивают мало, но и высокопрочные «усики», несомненно, громадное достижение науки.

И еще одну задачу в настоящее время решают ученые. Можно научиться, так сказать, наводить порядок в беспорядке: так растить кристаллы, чтобы дефекты, нарушения атомных построек располагались не случайно, а в нужном порядке. Так могут быть созданы кристаллы с заранее заданными свойствами — магнитными, электрическими, механическими.

КРИСТАЛЛЫ РАБОТАЮТ

Строением кристаллов объясняются и многие удивительные их свойства. У кристаллов кварца и некоторых других веществ открыто интересное свойство: п ь е з о э л е к т р и ч е с т в о. Если сдавить пластинку, вырезанную из кристалла кварца, то на ней появляются электрические заряды. Усилится давление, и величина заряда возрастает. Когда растягивают пластинку, электрический заряд ее тотчас же меняет знак: там, где был плюс, появится минус. Если приложить к такой пластинке электрический заряд, тогда все получается наоборот: кристалл сжимается или расширяется, смотря по знаку заряда. Если же прикладывать к кварцевой пластинке попеременно электрические заряды разных знаков,

то пластинка будет то сжиматься, то расширяться, т. е. начнет колебаться.

Таким образом, кристалл кварца может превратить механические колебания в электрические, и обратно.

Пластинки, специально вырезанные из кристаллов кварца, так называемые пьезокварцы, очень широко применяются в радиотехнике. Они контролируют и поддерживают постоянство частоты приемных и передающих радиостанций. Без них не могли бы работать радиостанции.

Применение таких пластинок позволило создать прибор невиданной точности, а именно кварцевые часы. За триста лет эти часы ошибаются всего лишь на одну секунду!

Пьезокварцевые пластинки мгновенно и точно откликаются на изменения давления, от самых ничтожных до десятков тонн. Поэтому их вставляют в приборы, измеряющие давление: меняется давление и на пластинке появляются электрические заряды, которые улавливаются и усиливаются электрическими приборами. Приборы с пьезокварцем дают возможность изучать изменения давления в мощных паровых машинах и двигателях внутреннего сгорания, давление в дуле артиллерийского ствола в момент выстрела и давление в момент взрыва бомбы, даже давление крови в кровеносных сосудах человека или давление соков в стеблях растений. Пьезоэлектрические кристаллы применяются в микрофонах, телефонах и многих других приборах.

Промышленности нужно огромное количество пьезокварцевых пластин. Для этого требуются многие тонны кристаллов кварца. Наша Родина богата месторождениями кварца. И тем не менее еще недавно кварца в промышленности не хватало, потому что чистые, прозрачные кристаллы кварца, горного хрусталя, нужные для пьезотехники, встречаются в природе редко.

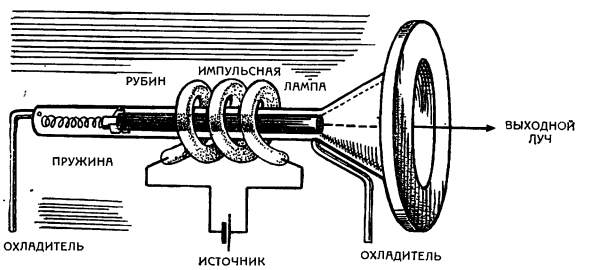
Уже давно пытались ученые вырастить искусственные кристаллы горного хрусталя.

Около 70 лет тому назад одному итальянскому профессору удалось вырастить кристаллики кварца размером в несколько миллиметров. По тем временам это был колоссальный успех. Но проходили десятки лет, ученые многих стран бились над этой проблемой, а кристаллы кварца больших размеров не получались. Чего только не пробовали, чтобы вырастить эти неподатливые кристаллы! Их размер едва достигал двух-трех миллиметров. Ну, а из такой крупинки пьезокварцевую пластинку ведь не сделаешь!

Несколько лет назад советские ученые разрешили и эту задачу.

В лабораториях научились создавать и другие кристаллы, которые успешно соперничают с кварцем в технике.

Если открыть крышку любых часов, можно увидеть, что колесики часов опираются на крохотные красные камушки — кристаллики рубина. Этот драгоценный камень уступает



Рубиновый генератор света (лазер).

по твердости и красоте только алмазу. Посчитайте, сколько людей носят часы и сколько, значит, нужно кристаллов, чтобы обеспечить советскую часовую промышленность! В нашей стране есть заводы, которые производят необходимое количество великолепных кристаллов искусственного рубина.

Совсем недавно весь мир облетело сообщение о новом применении кристаллов рубина: если осветить специально приготовленный кристаллик рубина светом несложной газоразрядной лампы, из кристалла вырвется луч света такой ослепительной мощности, что, направив его на Луну, можно разглядеть на ее поверхности любую деталь. Красный луч света из рубинового генератора пробивает стальные листы.

Неисчислимы применения кристаллов в технике: полупроводниковые приборы, элементы памяти в электронно-счетных машинах, солнечные батареи, приборы, считающие ядерное излучение, призмы и объективы фотоаппаратов и телескопов и многие, многие другие приборы и установки.

■

КАК ОБРАЗУЮТСЯ МИНЕРАЛЫ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

На берегу реки или на склоне горы вы встречаете обломки различных горных пород и минералов. В них часто можно видеть плотно прилегающие друг к другу зерна.

Обломки некоторых пород по внешнему виду напоминают темное стекло и кажутся однородными. Однако под микроскопом можно обнаружить, что они состоят из очень мелких зерен. Встречаются такие породы, у которых ярко выражена слоистость. Часто в них заметны окаменевшие раковины.

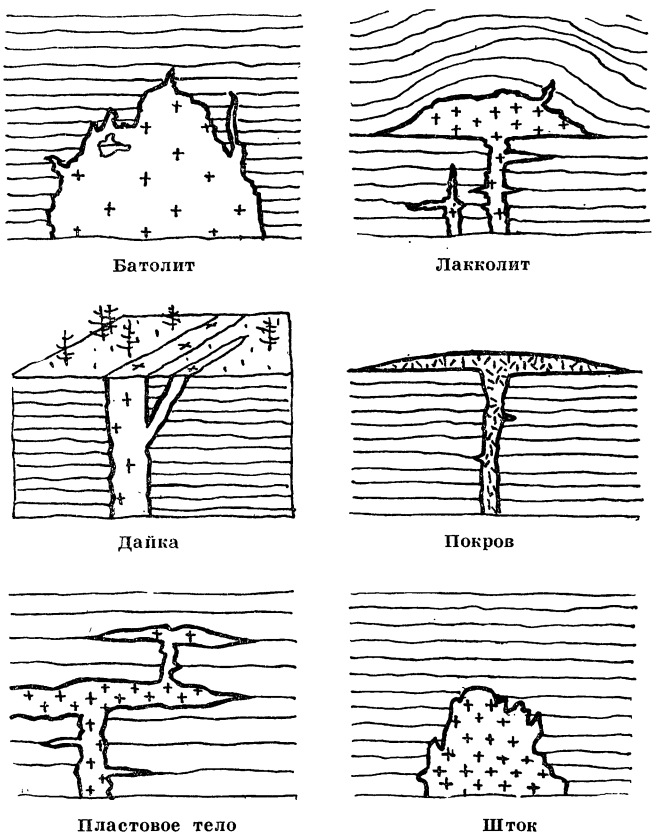
Почему горные породы так отличаются друг от друга? Объясняется это различным происхождением их. Одни породы образовались из расплавленной огненно-жидкой магмы, почему и называются м а г м а т и ч е с к и м и или и з в е р ж е н н ы м и. К примеру, назовем гранит, базальт, туф, пемзу. Другие породы образовались на дне древних морей и озер. Постепенно, в течение многих миллионов лет, здесь накоплялись толщи песка, глины, остатков организмов. Так образовались о с а д о ч н ы е породы. В результате движений земной коры морское дно стало сушей.

Из осадочных пород вам хорошо знакомы глина, мел, песчаник, известняк. Осадочные и магматические породы в связи с движениями земной коры могли опускаться в глубокие недра и там, подвергаясь сильному давлению и нагреванию, изменялись. Так создавались новые породы. Геологи называют их м е т а м о р ф и ч е с к и м и[1]. К ним относятся мрамор, глинистый сланец, гнейс.

Таким образом, по своему происхождению горные породы разделяются на магматические, осадочные и метаморфические. Все они состоят из минералов.

М и н е р а л — природное химическое соединение элементов с определенными, лишь ему присущими свойствами. Например, в результате соединения натрия и хлора образуется поваренная соль, а при соединении кремния и кислорода — кварц. В природе встречаются и минералы, состоящие из одного элемента, например самородное золото, серебро, сера и др. Минералы отличаются по цвету, твердости, плотности и другим свойствам.

Количество минералов очень велико: около трех тысяч разновидностей. Правда, половина из них встречается редко.



Различные формы залегания магматических пород.

МАГМАТИЧЕСКИЕ (ИЗВЕРЖЕННЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

На больших глубинах от поверхности Земли находятся очаги раскаленной магмы. При образовании гор в земной коре возникают глубокие трещины, по которым поднимается магма, заполняя образовавшиеся пустоты. Постепенно магма охлаждается и кристаллизуется. Если это происходит на значительной глубине, формируются кристаллические зернистые породы. Они называются глубинными магматическими. Когда же магма изливается через жерла вулканов (см. стр. 119) или трещины в земной коре, образуются излившиеся магматические породы. Они представляют собой

[1] От греческого слова «метаморфоо»— изменяю, превращаю.

пористую шлакообразную массу (пемза) или стекловатую (обсидиан).

Магматические горные породы часто совершенно непохожи одна на другую. Они бывают разнообразны и по цвету: почти белые, желтовато-розовые, зеленые, красные, коричневые, черные. Одни породы плотные, как стекло, другие состоят из видимых простым глазом зерен минералов.

Откуда такое разнообразие пород, если все они образовались из магмы? Разобраться в этом вопросе поможет нам состав магмы. В нее входят в основном кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий и магний. На эти элементы приходится в общем свыше 97% состава магмы, а на долю остальных элементов менделеевской таблицы — всего только около 3%.

Различные элементы, из которых состоит расплавленная магма, распространены в ее массе неравномерно. Они постепенно перемещаются на значительные расстояния и накапливаются в отдельных ее участках. Такие перемещения могут быть связаны с разной плотностью элементов кристаллизующейся магмы: более легкие поднимаются, как бы «всплывают», а более тяжелые — погружаются. Возможно также, в силу очень сложных физико-химических процессов происходит разделение магматических масс на несмешивающиеся расплавы различного состава. Разделению магмы способствуют и перемещения ее летучих частей (газов), которые переносят отдельные элементы. Кроме того, магма, проплавляя породы, обогащается содержащимися в них элементами.

В связи с перегруппировкой различных элементов в одних местах обособляется магма одного состава, в других — другого. Проникая в трещины земной коры, разная по составу магма образует различные магматические породы. Например, если магма была богата железом, формируются темно-зеленые, почти черные породы, содержащие черную слюду, а из темно-зеленых породообразующих минералов — пироксен, роговая обманка и оливин. Если же магма была бедна железом, то при ее кристаллизации образуются породы серого, розового и других светлых тонов. В них преобладают такие минералы, как кварц, полевой шпат. Сочетаний минералов очень много, а в связи с этим много и разновидностей магматических пород.

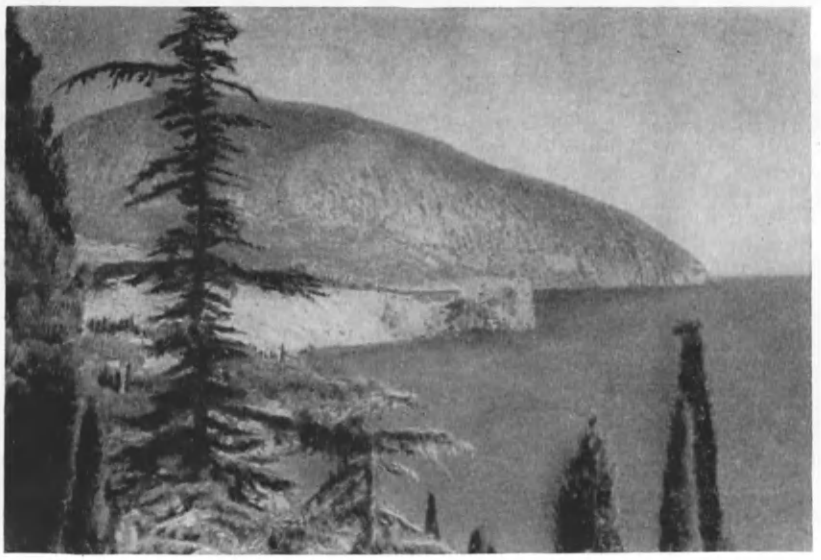
Глубинные магматические породы образуются на расстоянии трех и более километров от поверхности Земли. Они имеют ярко выраженное зернистое строение. Размеры зерен минералов от нескольких миллиметров до 5 *см*. Обычно, чем больше была масса остывшей магмы и чем глубже она находилась, тем лучше закристаллизовывались минералы (образовывались более крупные зерна). Наиболее распространена изверженная глубинная порода — гранит. В нем вы хорошо различаете слюду, зерна розовато-серого полевого шпата и полупрозрачного, похожего на стекло кварца. Зернистому строению гранита вполне отвечает и его название (от латинского слова «гранум» — зерно).

В земной коре распространено много разновидностей глубинных магматических пород, которые хотя в общем и похожи на граниты, но отличаются по минеральному составу. Таковы, например, сиениты, в которых по сравнению с гранитами больше полевого шпата, диориты — богатые роговой обманкой и биотитом. Бывают породы промежуточного состава — гранодиориты, граносиениты и др. Эти породы окрашены чаще в розовые, серые и темно-серые цвета. Кроме того, встречаются более темные явно кристаллические породы — темно-зеленые габбро, состоящие в основном из плагиоклаза [1] и темноокрашенного пироксена; темно-зеленые, почти черные перидотиты — древние кристаллические породы, состоящие в основном из оливина.

Объем внедрившейся в земную кору магмы, из которой при остывании образуются горные породы, бывает очень велик. Выходы гранитов занимают иногда тысячи квадратных километров. В некоторых районах СССР, например на Кавказе, можно целый день ехать на автомашине вдоль Главного хребта и почти все время видеть граниты. Они образовались из магмы, которая поднималась по многим трещинам и расплавляла встречавшиеся на ее пути породы. При застывании магматического расплава образуются гранитные тела, похожие на подземные горы. Такие массивы гранитов и других изверженных пород называются б а т о л и т а м и.

Когда магма не доходит до поверхности Земли, она начинает давить на вышележащие слои, вспучивая их. Так образуются грибообразные тела — л а к к о л и т ы. В виде небольших гор лакколиты местами уже обнажились в результате разрушения и сноса покрывавших их осадочных пород. Например,

[1] Плагиоклазы — минералы, содержащие окиси алюминия, кремния, натрия и кальция.



Медведь-гора (Аю-Даг) в Крыму — лакколит.

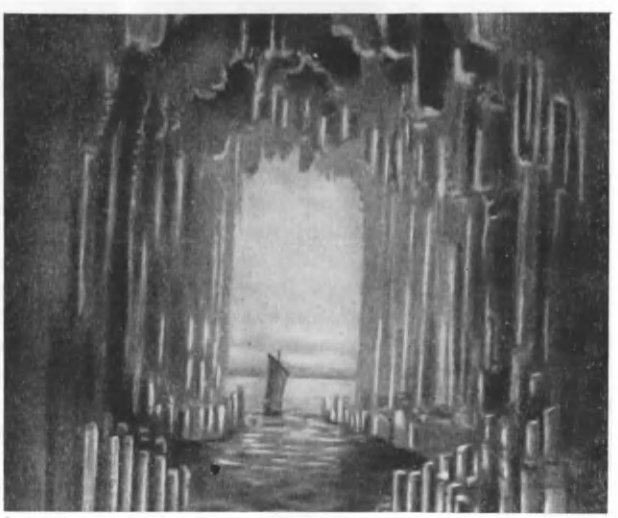
в Крыму—Медведь-гора и на Кавказе в районе Пятигорска — горы Бештау, Железная, Машук, Кинжал, Верблюд.

Существует много и других форм крупных глубинных магматических тел. Например, тела плитообразной формы — д а й к и. Обычно они имеют небольшую толщину, или мощность (5—10 *м*), но вытягиваются иногда на тысячи метров. При образовании даек в трещины проникает в общем небольшое количество магмы. Соприкасаясь с холодными массами горных пород, она быстро охлаждается и, не успевая полностью закристаллизоваться, образует мелкозернистые породы — бескварцевые порфириты, светлые кварцевые порфиры[1] и др.

Излившиеся магматические породы образуются из магмы, которая вылилась на поверхность Земли. Ее называют лавой. Магма, температура которой свыше 1000°, на земной поверхности быстро остывает, превращаясь в породу, похожую на темное стекло. Это так называемое вулканическое стекло, или обсидиан. Если лава изливается в огромном количестве, остывание ее замедляется: она успевает частично кристаллизоваться, образуя стекловатую массу с мелкими кристалликами различных минералов. Правда, мелкокристаллическое строение излившейся породы можно обнаружить только под микроскопом.

Огромные массы излившейся лавы образуют иногда мощные покровы. При этом лава успевает закристаллизоваться, и порода получает зернистое строение. Таковы, например, базальты — самая распространенная излившаяся порода на Земле. В Восточной Сибири на площади около 1 млн. *км*^{2} встречаются покровы темно-зеленых, почти черных базальтов мощностью до 200 *м*. На о-ве Исландия базальтовые покровы еще внушительнее — 3000 *м*. Примерно это соответствует высоте дома в ... тысячу этажей. Можно себе представить, сколько лавы излилось здесь на поверхность Земли!

Нередко отдельные массивы базальтов отличаются своеобразным строением. Базальтовый массив бывает разбит на столбы с шести- или пятиугольным сечением. На о-ве Стаффа, к западу от берегов Шотландии, находятся выходы базальта в так называемой Фингаловой пещере. Шотландская легенда повествует, что пещера эта была сооружена некогда великаном для своего повелителя — Фингала. В действительности Фингалова пещера — сооружение древнего исчезнувшего вулкана, из жерла



Столбы базальта в Фингаловой пещере на острове Стаффа.

[1] Порфиры — породы с отчетливо видимыми кристаллами, погруженными в основную мелкокристаллическую или стекловатую массу.

которого вылились огромные потоки базальтовой лавы, а морские волны постепенно выбили в них глубокий грот.

Выходы столбчатого базальта в СССР встречаются у побережья Северного Тимана, в Армении около оз. Севан и на склонах потухшего вулкана Арагац, на Алтае, в районе Забайкалья и в других местах.

Кроме базальтов, среди излившихся пород распространены светлоокрашенные андезиты и липариты, состоящие в основном из кварца и полевого шпата.

КАК ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАГМЫ ОБРАЗУЮТСЯ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Магма земных недр содержит разные химические элементы, из которых образуются минералы. Они начинают выделяться из магмы в самом начале ее застывания при кристаллизации расплава.

Вы уже знаете, что при охлаждении магмы кристаллизуются кварц, полевой шпат и другие так называемые породообразующие минералы, из которых в основном состоят изверженные горные породы.

Рудные минералы — минералы хрома, никеля, меди и др., а также платина скопляются в магме, из которой образуются темноокрашенные породы — дуниты, пироксениты и др.

В силу различных причин (например, повышенной плотности и др.) рудные минералы перемещаются и собираются в нижних частях остывающих магматических тел либо концентрируются в других местах магматических очагов. Рудных минералов накапливается так много, что образуются месторождения полезных ископаемых (хромовых, медных и других руд). Такие месторождения называются магматическими: в них минералы кристаллизуются прямо из магмы, температура которой достигает 800—1000—1500°. Однако большинство рудных минералов не формируется при столь высокой температуре, а вытесняется породообразующими минералами и зачастую скапливается в больших количествах.

Если бы мы смогли заглянуть в «лабораторию» земной коры, то увидели бы такую картину: магма начинает постепенно охлаждаться, кристаллизоваться и из нее образуются горные породы, например граниты. Они состоят в основном из трех минералов — кварца, полевого шпата и слюды. Когда начинают расти зерна минералов, то на постройку их идут только одни «кирпичики». Например, растет зерно кварца (SiO_2). Оно строится из кремния (Si) и кислорода (O_2). При этом образуется крепкая постройка — кристаллическая решетка (см. стр. 62). Другие химические элементы словно выталкиваются кварцем. То же самое происходит при формировании полевого шпата и слюды. Элементов-«изгнанников» в магме в общем много. Среди них отметим рудные элементы — литий, бериллий, бор, цирконий, ниобий, а также свинец, золото, цинк, вольфрам, серебро, уран, кобальт, висмут и многие другие. Эти элементы вытесняются из участков закристаллизовавшейся магмы в места, где она еще остается жидкой. Рудных элементов и газов накапливается здесь очень много, пока не начнут действовать силы давления, которые приводят к сжатию земной коры и образованию трещин. Тогда магма вместе с находящимися в ней рудными элементами и газами устремится в трещины. Там она остывает и при температуре 600—800° начинает кристаллизоваться, образуя пегматитовые жилы. Возле стенок жилы порода имеет мелкозернистое строение, а в направлении к центру — более крупнозернистое. Изменение зернистости связано с тем, что пегматитовый расплав, попадая в трещины и соприкасаясь с холодными горными породами стенок, быстро остывает. Чем дальше от стенок, тем медленнее охлаждается магма и тем лучше она закристаллизовывается. По-

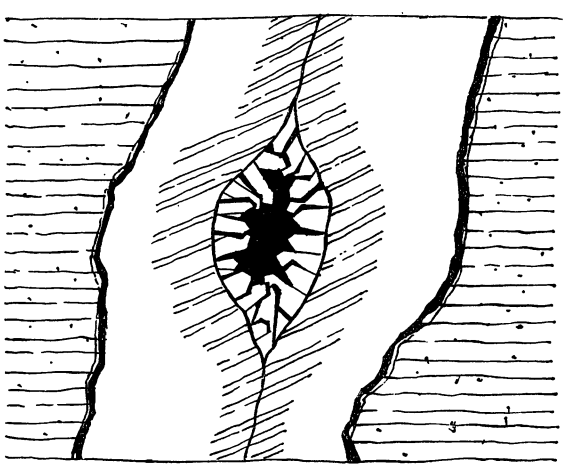
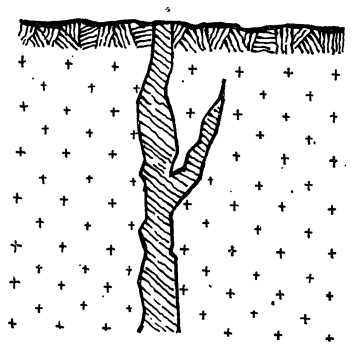


Схема строения пегматитовой жилы: в центре полость с кристаллами кварца и других минералов.

рода в пегматитовой жиле состоит в основном из кварца и полевого шпата. Оба эти минерала кристаллизуются одновременно, причем кварц выделяется в виде причудливых угловатых зерен, пронизывающих полевой шпат и придающих породе характерный рисунок, который напоминает древнееврейские письмена. Отсюда и ее название — «письменный гранит» или «еврейский камень».

В направлении к центральной части пегматитовых жил зерна полевого шпата и кварца укрупняются. Размер отдельных зерен бывает более 20 *см*! В центральной части пегматитовых жил нередко встречаются пустоты, образовавшиеся в результате скопления газов в жидком расплаве. Стенки пустот зачастую усеяны прозрачными бледно-голубыми или винно-желтыми топазами, зелеными или розовыми турмалинами, ярко-красными гранатами, шестиугольными пачками светлой или черной слюды, большими кристаллами дымчатого кварца, желтовато-розового полевого шпата и другими минералами. Пустоты достигают иногда более двух метров. В них вырастают гигантские кристаллы.

Раньше в пегматитовых жилах искали главным образом красивые драгоценные камни, а теперь так называемые редкоземельные минералы. Встречающиеся в них элементы улучшают качество металлов, которые широко используются в технике.



Рудная жила, образовавшаяся в трещине горной породы.

Среди элементов-«изгнанников» есть такие, которые не могут кристаллизоваться в пегматитовых жилах из-за слишком высоких температур (600—800°). Таковы, например, ртуть, сурьма, свинец, цинк, золото, серебро, медь, кобальт, висмут, вольфрам и другие элементы. Они отделяются от пегматитового расплава и постепенно охлаждаются вместе с остатками кристаллизующейся магмы. Когда температура понизится до 600—400° и ниже, а в земной коре появятся трещины, в них устремятся газы и пары воды вместе с растворенными рудными элементами. Соприкасаясь с холодными стенками трещин, водяные пары начнут конденсироваться. Из горячих водных растворов выделятся рудные минералы. Такие жилы называют г и д р о т е р м а л ь н ы м и. Они содержат кварц, кальцит и другие нерудные минералы. В этих жилах концентрируются и ценные рудные минералы, содержащие золото, вольфрам, медь, олово и другие элементы. Из гидротермальных жил добывают различные металлические и неметаллические полезные ископаемые.

ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Весной во время таяния снега или летом после сильного дождя со всех возвышенных мест стекают струйки воды. Они сливаются в ручейки, которые стремительно несут свои воды в реки.

Каждый год с поверхности Земли ручьи и реки сносят в моря огромное количество глинистых, песчаных и других минеральных частиц.

В морской воде, кроме глинистого материала, содержится небольшое количество химических соединений кальция. Этот элемент входит в известковые панцири многих обитателей морей и океанов. Когда морские организмы отмирают, из их остатков образуются слои известковистых пород. Постепенно они уплотняются, твердеют, каменеют. Из известкового материала слагаются пласты известняков, а из глинистых частиц — глинистые сланцы. Зачастую из морской воды выпадают одновременно глинистые и известковые частицы, образуя мергель.

Некоторые осадочные породы почти целиком состоят из скоплений игл морских ежей и члеников морских лилий, раковин, скелетов и панцирей отмиравших морских организмов. Так, например, хорошо известный вам писчий мел, который добывается возле Белгорода и в других районах, состоит из остатков мельчайших организмов — фораминифер. Нередко встречаются пласты известняка-ракушечника — ценного строительного камня.

Глубоководные осадки океанов состоят из кремнистого ила, который образуется при отмирании мельчайших водорослей диатомей (с кремнистым панцирем), а также простейших

брежных заболоченных участках. Со временем их покрыли мощные толщи глин, песчаников, известняков и других осадочных пород. Растительные остатки под огромным давлением и без доступа воздуха постепенно изменялись, обогащались углеродом (обуглероживались) и наконец превратились в каменный уголь.

Нефть, вероятно, тоже органического происхождения. Остатки мельчайших животных и растительных организмов накапливались на дне древних морей, образуя органические илы. Они постепенно перекрывались другими осадками, уплотнялись и без доступа воздуха за длительное время превратились в нефть. Вместе с нефтью часто встречаются большие скопления горючих газов.

Не менее интересно возникновение в природе и других полезных ископаемых. В заливах, соединяющихся с морем узким проливом, быстро испаряется вода, повышается насыщенность ее солями, особенно в районах жаркого сухого климата. Когда раствор перенасыщается, соли выпадают на дно залива. Так образуются пласты мирабилита, иначе глауберовой соли, каменной соли, гипса и других полезных ископаемых.

Осадочные породы залегают не всегда горизонтально. Слои осадочных пород можно наблюдать в горных выемках и ущельях, в руслах рек и глубоких оврагах. В результате мощных давлений, которые возникают в земной коре, осадочные породы во многих местах смяты в складки.

Отложившиеся на морском дне осадки уплотняются под огромным давлением, и в них образуются из глинистых минералов мелкие чешуйки прозрачной слюды — серицит и хлорит. Если в осадках содержался кремнистый материал, может сформироваться кварц, а из известковистых частиц — кальцит. Если в осаждавшемся известковистом материале был магний, то возникает уже другая горная порода — доломит.

Осадки накапливаются также в озерах и болотах, но мощность пластов здесь в общем невелика.

В результате выветривания пород на склонах возвышенностей образуются отложения песка, глины и обломков горных пород. Иначе протекает этот процесс в пустыне. Сильные ветры выносят массы песка. Песчинки ударяются о скалы и трутся одна о другую. Зерна слабых, непрочных минералов истираются в тонкую пыль, которая выдувается ветром далеко за пределы пустыни и там откладывается в виде мягкой породы — лёсса. В пустынях накапливаются пески, состоящие из зерен кварца и других твердых минералов.

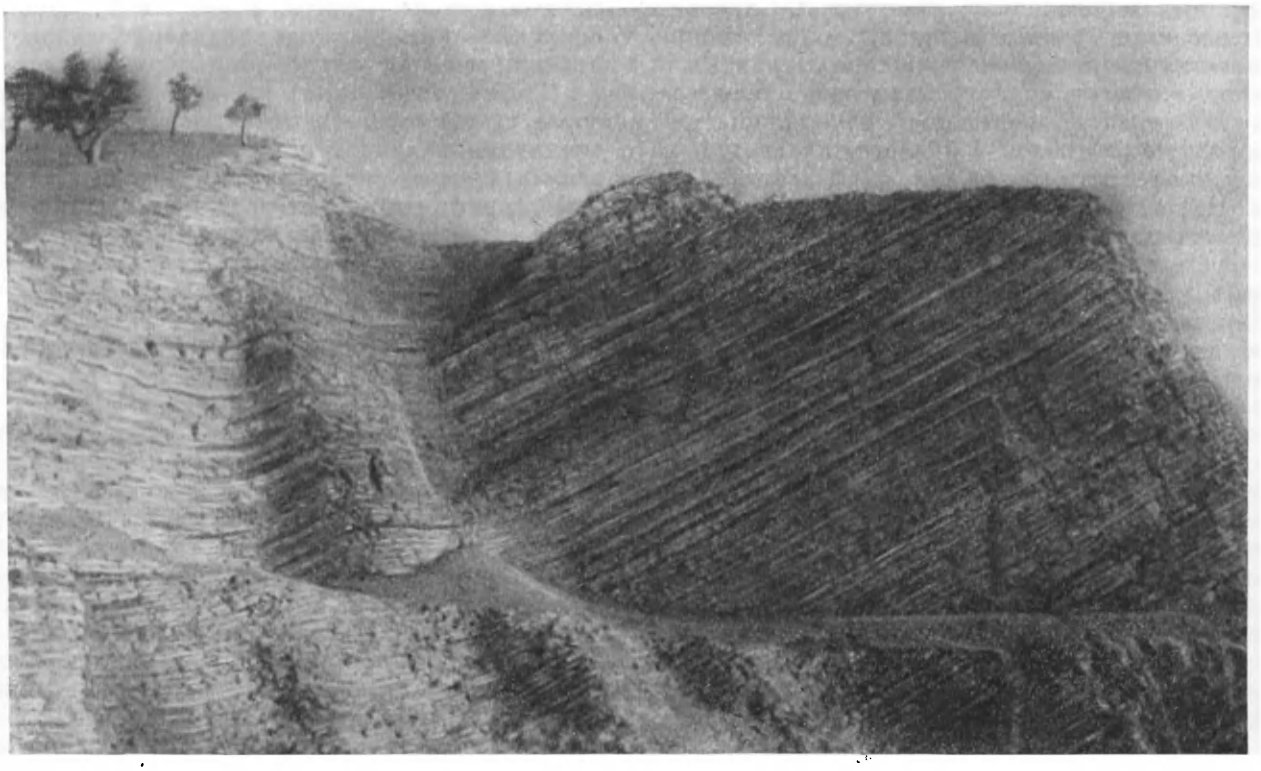
В северо-западных районах Европейской части нашей страны встречаются значительные скопления валунов, которые были принесены сюда ледниками, покрывавшими некогда огромные территории не только Европы, но также Азии и Северной Америки.

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Горные породы, независимо от того, где они образовались — в глубинах Земли или на ее поверхности, не остаются неизменными. Поясним это примерами. На дне морей отлагаются различные осадки. За миллионы лет накапливаются огромные толщи осадков в сотни и даже тысячи метров. Породы, которые лежат сверху, давят с огромной силой на нижележащие, и рыхлые осадки постепенно уплотняются. Один кубический метр горной породы весит в среднем 2500 *кГ*. А столб породы высотой в 100 *м* оказывает давление на 1 $м^2$ лежащих под ним пород в 100 раз больше — 250 тыс. *кГ*! Добавьте к этому еще давление воды морского бассейна. Под действием такого огромного давления осадочные породы не только уплотняются и твердеют, но и частично начинают закристаллизовываться.

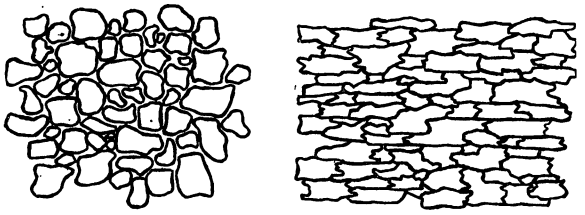
В земной коре на глубине в несколько километров породы находятся под воздействием высокой температуры, достигающей сотен градусов. Кроме того, отдельные участки земной коры подвергаются мощному давлению изнутри, сказывается влияние и других геологических факторов. В результате этих процессов пласты мощностью в тысячи метров сминаются в сложные складки. При этом некоторые породы, например известняки, находящиеся в толще земной коры, начинают медленно течь, как ледник, сползающий с высоких гор.

В условиях огромного давления и высокой температуры горные породы и минералы приобретают новые свойства. Этот процесс называется м е т а м о р ф и з м о м. Например, из песчаников, состоящих в основном из зерен кварца, образуются новые плотные породы — кварциты. Они состоят из перекристаллизовавшегося кварца, зерна которого так плотно сливаются одно с другим, что между ними не остается промежутков.



Выход пластов осадочных горных пород близ Новороссийска.

одноклеточных организмов радиолярий с прочной кремневой оболочкой. При затвердении диатомовый ил превращается в крепкую горную породу диатомит. Из ила, содержащего, кроме диатомей, остатки мельчайших животных организмов, образуется близкая по виду и составу к диатомиту горная порода — трепел.



Слева — расположение зерен кварца в песчанике; справа —в кварците.

Морские отложения, состоящие из остатков растительных и животных организмов, называются органогенными осадочными породами. Они образуются обычно в глубоководных частях морских бассейнов, куда выносятся растворенные в воде химические соединения кальция, кремния и других элементов. В мелководных прибрежных частях бассейнов накапливаются более крупные и тяжелые частицы разрушенных пород — слои песка, а ближе к берегу — хорошо окатанная морскими волнами галька.

Пласты песка на дне моря под давлением лежащих над ними пород постепенно уплотняются, промежутки между песчинками заполняются известковым и другим материалом, содержащимся в морской воде. Он плотно цементирует песчинки. Образуются крепкие породы — песчаники. Уплотненные и сцементированные известковыми и другими растворами крупные обломки пород называются брекчией, а слои уплотненной гальки — конгломератами.

На дно океанов выпадают также растворенные в морской воде окислы железа, марганца, алюминия. Местами из них образуются мощные пласты железных, марганцевых и бокситовых (алюминиевых) руд, которые переслаиваются пластами различных горных пород.

Среди осадочных пород встречаются пласты каменного угля. Они образовались из остатков торфа и древесной растительности, которые в огромных количествах накапливались в при-

Если кварциты образуются из песчаников, в которых содержатся окислы железа, то получаются железистые кварциты. Огромные месторождения их находятся в Кривом Роге, в районе Курской магнитной аномалии и в других местах.

В процессе метаморфизма известняки перекристаллизовываются в мраморы. Гранитные магматические породы превращаются в гнейсы. В состав этой наиболее распространенной метаморфической породы входят в общем те же минералы, что и в гранит, от которого она отличается более или менее отчетливо выраженной полосчатостью строения.

Иногда горные породы метаморфизируются только под воздействием магмы и горячих растворов. При внедрении в земную кору магма, соприкасаясь с горными породами, часть их расплавляет. Горячие растворы, пары воды и газы, которые несут с собой соединения различных элементов, воздействуют на окружающие породы: они растворяют и выносят одни минералы, а другие отлагают на их место.

* * *

Земная кора под воздействием солнца, воздуха, воды и организмов непрерывно изменяется. За миллионы лет с поверхности Земли сносились слои огромной мощности. Рудные месторождения постепенно обнажались или оказывались на меньшей глубине. В них под воздействием атмосферы, грунтовых вод и других факторов также образуются одни минералы из других. Только очень немногие вещества, как золото, платина и некоторые другие, не изменяют своего химического состава. Таким образом, минералы и горные породы образуются как в недрах Земли, так и на ее поверхности.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В наш век, век открытия атомной энергии и мощной техники, требуется огромное количество всевозможных полезных ископаемых.

Полезным ископаемым называется всякое минеральное вещество неорганического или органического происхождения, которое находится в земной коре и может быть использовано человеком для своих нужд в естественном состоянии (например, каменный уголь, поваренная соль, некоторые строительные материалы) или после переработки (например, руды металлов или апатитовые руды).

Полезные ископаемые образуют месторождения, т. е. такие скопления минерального вещества в земной коре, которые экономически выгодно разрабатывать. Это значит, что минеральное сырье должно быть определенного качества и в достаточном количестве, а для добычи и транспортировки его существовали бы благоприятные условия.

По физическому состоянию полезные ископаемые делятся на твердые (железные руды), жидкие (нефть) и газообразные (горючие газы).

В зависимости от особенностей своего состава и характера использования в различных отраслях народного хозяйства полезные ископаемые разделяются на: 1) горючие, 2) металлические, 3) неметаллические (нерудные).

Значение полезных ископаемых исключительно велико для любого государства. Поэтому можно без преувеличения сказать, что состояние горной промышленности и тесно с ней связанных отраслей промышленного производства может служить мерилом национального богатства, могущества и независимости страны.

Если исходить из общих запасов различных металлов и других важных полезных ископаемых (уголь, нефть и др.) в недрах земли, то они, конечно, велики и об их истощении говорить пока не приходится. Важно другое, что эти грандиозные запасы полезных ископаемых далеко не все могут быть использованы, так как их добыча пока не везде возможна.

За свою недолгую историю человечество добыло из недр земли колоссальное количество различных полезных ископаемых.

Люди стали использовать минералы и горные породы еще на заре своего существования. На протяжении многих сотен тысячелетий первобытный человек научился пользоваться камнем как орудием труда и защиты. По данным археологических раскопок установлено, что первыми видами минерального сырья, которые использовал первобытный человек, были неметаллические полезные ископаемые — кремень, роговик, кварц, кварцит и некоторые

другие твердые минералы и горные породы. Из камня изготовляли ножи, наконечники стрел и копий, топоры, долота, скребки и пр.

Наряду с камнем применялась глина. Искусные руки первобытного человека лепили из глины гончарную посуду, различные украшения и даже фигурки богов. Примерно в неолитическое время человек познакомился с золотом и медью.

Научившись различать наиболее полезные для себя камни, первобытный человек начал их собирать.

Горные промыслы были широко развиты у наиболее культурных народов древнего мира — индийцев, вавилонян, египтян, греков и других. В нашей стране на Украине, Урале, Алтае, в Закавказье, Казахстане, Забайкалье и в других местах найдены следы древних рудников, называемых археологами «чудскими копями». Некоторые из рудников относятся к концу каменного века. В период бронзового века, во II и I тысячелетиях до н. э., в Калбинском и Нарымском хребтах уже добывалась оловянная руда. Около 3500 лет назад в Приуралье выплавляли медь из малахитовых руд. В I тысячелетии до н. э. на территории Северного Казахстана велась добыча золота и медных руд, а в Средней Азии — серебряно-свинцовых руд.

В эпоху бронзы наши предки использовали для украшений различные поделочные и драгоценные камни.

С началом железного века племена, населявшие лесные районы средней и северной полосы Русской равнины, научились выплавлять железо из болотных железных руд. Следы начала железного века сохранились во многих местах — в верховьях Днепра, Волги, среднего течения Оки, в Карелии.

Таким образом, общее количество видов полезных ископаемых, применявшихся в первобытном обществе и позднее — в древнем мире, было невелико. Из металлов использовались золото, серебро, медь, железо, свинец, олово и цинк. Шире применялись неметаллические ископаемые.

Список полезных ископаемых, используемых современной промышленностью, непрерывно расширяется. Многие минералы и горные породы, которые еще сравнительно недавно не считались «полезными ископаемыми», теперь приобрели особую ценность в связи с достижениями науки и техники. Так, например, в течение многих веков такие ценные металлы, как никель, кобальт, вольфрам, платина, уран и другие, выбрасывались. Можно сказать, что в земных недрах *неполезных ископаемых нет*, любая горная порода или бедная металлом руда может найти применение, если будут изобретены дешевые способы их переработки.

За годы Советской власти в СССР было открыто такое множество месторождений различных полезных ископаемых, что теперь наша страна занимает одно из первых мест в мире по запасам важнейших видов минерального сырья: нефти, железа, марганца, меди, свинца, вольфрама, калийных солей и многих других.

Недра Советского Союза хранят разнообразные ископаемые повсюду: от Новой Земли до Памира и от крайних западных областей нашей страны до далекой Колымы.

В Программе КПСС, принятой на XXII съезде, указано, что дальнейшее быстрое увеличение производства металла и топлива попрежнему остается одной из важнейших народнохозяйственных задач. К 1980 г. наша черная металлургия достигнет уровня, позволяющего выплавлять примерно 250 млн. *Т* стали в год. Особенно увеличится производство легких, цветных и редких металлов. Нефть и газ будут в большом количестве использоваться химической промышленностью. Широко станет применяться атомная энергия в народном хозяйстве, медицине и науке.

ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Без горючих ископаемых не могут существовать промышленность, сельское хозяйство и особенно транспорт.

Основные виды горючих ископаемых — торф, бурые и каменные угли, горючие сланцы, нефть и горючие газы. Горючие ископаемые часто называют *каустобиолитами*[1].

С древних времен известен торф как горючий материал. Крупные разработки торфа были предприняты еще в XII—XIII вв. в Шотландии и Нидерландах. Значительно позднее (XVI—XVII вв.) добыча торфа началась во Франции, Швеции и Германии.

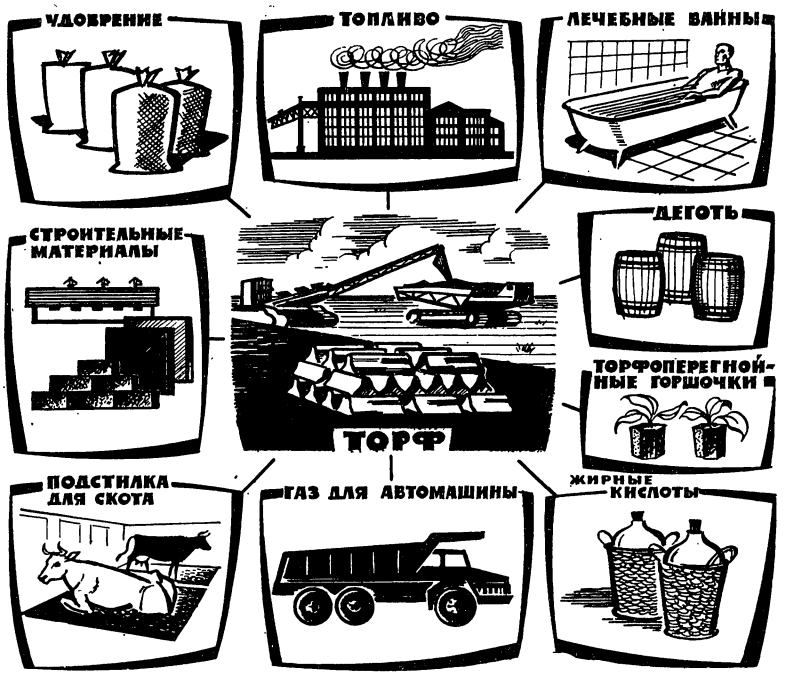
В России первые попытки организовать добычу торфа относятся к XVIII в.

[1] Это название происходит от трех греческих слов: «каустос»— горючий, «биос»— жизнь и «литос»— камень; дословно — это горючие камни, образовавшиеся в результате жизнедеятельности организмов.

Торф представляет собой полуперегнившую растительную массу, образовавшуюся на дне болот или заболоченных озер. Торф состоит из неполностью разложившихся растений (осоки, тростника, камыша, болотного разнотравья, мха), часто остатков различных деревьев (ели, ольхи, березы), продуктов полного разложения растительных остатков, называемых гумусом, и минеральных веществ — песка, глины, ила.

В естественном состоянии торф содержит много воды (примерно 80—90%). Чем выше степень разложения растительных остатков, тем торф богаче углеродом, а следовательно, и калорийность его выше. Лучшие сорта торфа дают только 2% золы.

По количеству выделяемого тепла торф превосходит дрова, но значительно уступает каменному углю и нефти, поэтому перевозить его на дальние расстояния экономически невыгодно. Удобнее сжигать его на месте в топках электростанций, заводов и фабрик.



Как используется торф.

В Советском Союзе имеется много электростанций, которые используют в качестве топлива торф. К их числу, например, относятся такие электростанции, как Шатурская имени В. И. Ленина под Москвой, «Красный Октябрь» и «Дубровская» вблизи Ленинграда, Балахнинская у г. Горького и некоторые другие.

За последние годы у нас и за рубежом уделяется большое внимание химической переработке торфа. Из него получают много ценных продуктов: газ, кокс[1], бензин, керосин, деготь, древесный спирт, аммиак, карболовую и уксусную кислоты, масло для пропитки железнодорожных шпал, воск и другие вещества. Торф применяют на строительстве как теплоизоляционный материал и в сельском хозяйстве (подстилка для скота, удобрение и т. п.).

Торфяники распространены почти повсюду (за исключением пустынь). Обычная мощность торфяных залежей 2—3 *м*, но иногда она достигает 10—12 *м*. Торф обладает замечательным качеством — запасы его в природе восстанавливаются. Этим он отличается от других горючих ископаемых. Ежегодный прирост торфа на всей площади торфяника равен 1—3 *мм*. Мировые запасы торфа пока не учтены. Ориентировочно считается, что на территории СССР сосредоточено более 60% мировых ресурсов торфа.

Наиболее богаты торфяными залежами Сибирь и Европейский Север. Добыча торфа в СССР полностью механизирована.

Ископаемый уголь как топливо был известен человеку еще в каменном веке. Упоминания о каменном угле встречаются в сочинении знаменитого философа древней Греции Аристотеля, жившего в IV в. до н. э.

В широких масштабах добыча каменного угля в европейских странах началась примерно в XVII в. В нашей стране основные каменноугольные бассейны были открыты в XVIII в. В 1721 г. Григорий Капустин нашел уголь в Донбассе, а Иван Палицын — в Подмосковном бассейне. Годом позже Михаил Волков открыл уголь Кузбасса.

Первооткрывателями самых крупных в России каменноугольных бассейнов были простые русские люди.

С тех пор как изобрели паровую машину и нашли способ плавить руды вместо древесного угля на каменном, последний стал одним из самых важных горючих ископаемых. В наше время ежедневно тысячи поездов везут каменный

[1] Кокс — горючий материал, получаемый путем сухой перегонки каменного угля и торфа без доступа воздуха.

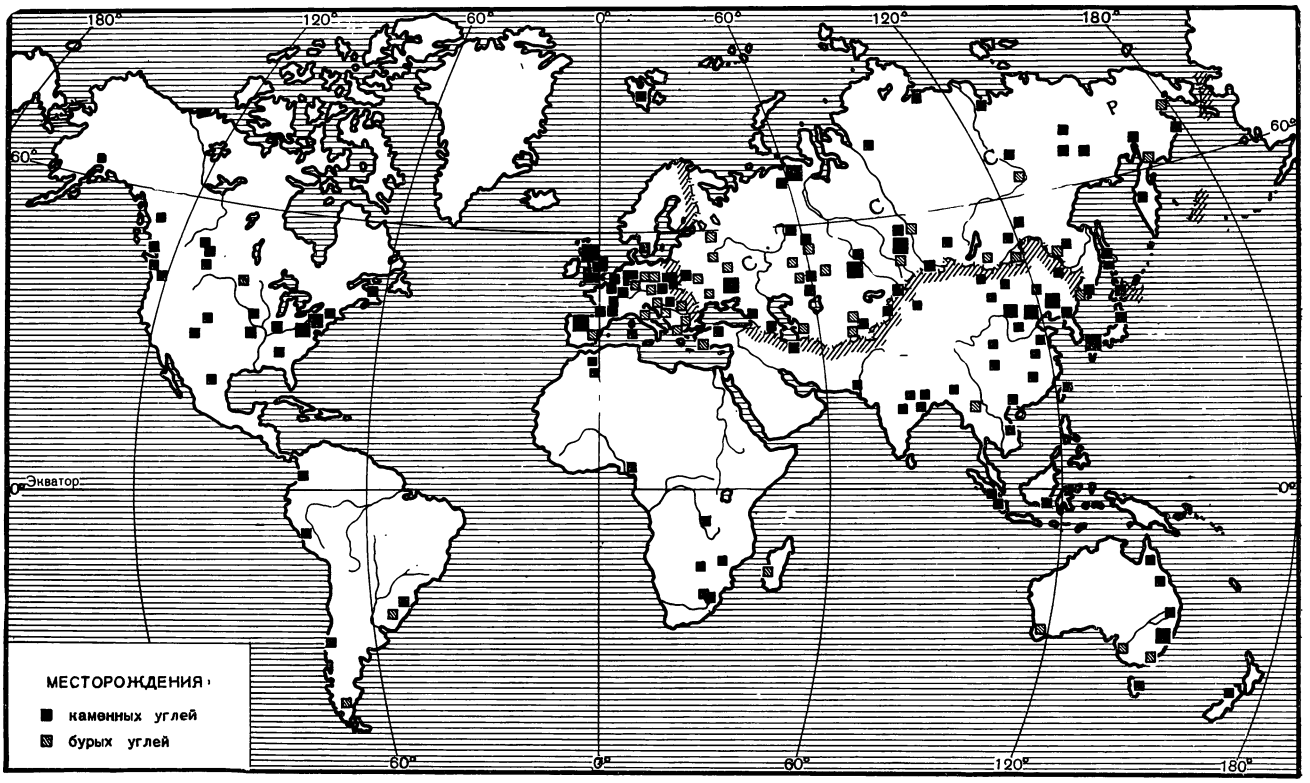


Схема расположения главных месторождений угля на земном шаре.

уголь на металлургические заводы, где его сжигают в коксовых печах и домнах. Каменный уголь сжигают в топках паровозов, пароходов, в тепловых электростанциях и других паросиловых установках. Из каменного угля получают бензин, смолу, пластмассы, светильный газ, аммиак и многие сотни других ценных продуктов.

Цвет ископаемых углей изменяется от светло-бурого до черного. Угли бывают матовые и блестящие, рыхлые и твердые, как камень. Химический состав ископаемых углей тоже различен. Все свойства углей зависят от материала, из которого они образовались, и от дальнейших изменений. Одни угли образовались из остатков древесной и травянистой растительности, другие — из водорослей, спор и остатков микроорганизмов.

Великий русский ученый М. В. Ломоносов первый в геологической науке пришел к выводу, что каменный уголь образовался из древних торфяников при участии «подземного огня».

Залежи каменных углей образовывались во многие периоды жизни Земли — в каменноугольный, пермский, юрский, а также в третичное время. По химическому составу, внешним признакам, теплотворной способности и некоторым другим особенностям ископаемые угли разделяются на бурые, каменные и антрациты.

Б у р ы е у г л и встречаются как в форме плотных, так и землистых рыхлых масс; цвет их темно-бурый или почти черный. Блеск в изломе обычно матовый или тусклый. Твердость небольшая. Нередко в изломе глыбы бурого угля можно невооруженным глазом увидеть растительные остатки.

Калорийность бурых углей от 2000 до 6200 калорий. В большинстве своем бурые угли дают много золы (до 40%) и содержат много серы (1—2%).

К а м е н н ы е у г л и — черные, реже буровато-черные массы; иногда они обладают жирным или смоляным блеском. Излом — раковистый или занозистый. Угли пачкают руки. В микроскоп видно, что они также образовались из растений.

В техническом отношении каменные угли разделяются на спекающиеся (коксовые угли), слабоспекающиеся (слабококсовые угли) и не-

спекающиеся (тощие порошковатые угли). Калорийность каменных углей колеблется в пределах 6600—8750 калорий.

Антрациты — это плотные смоляно-серые или железо-черные массы с металлическим блеском. Иногда на поверхности скола наблюдаются радужные переливы. Руки антрациты не пачкают. Твердость значительно выше, чем у каменных углей. Антрацит загорается очень трудно и горит только при сильной тяге. Калорийность его достигает 8650 калорий.

Советский Союз по запасам угля — богатейшая страна мира.

За последние 50—60 лет очень важное промышленное значение приобрели горючие сланцы.

Горючими сланцами называют любые сланцевые глинистые породы, которые содержат в своем составе горючие органические вещества и имеют зольность свыше 30—40%. Горючие сланцы обладают невысокой теплотворной способностью — 1500—3000 калорий. Они сравнительно легко перерабатываются в искусственное жидкое топливо — нефть, бензин.

Горючие сланцы образовались в разное геологическое время, и некоторые из них — самые древние представители твердых горючих ископаемых на Земле (например, шунгитовые сланцы в Карелии и кукерские сланцы в Эстонии). Цвет горючих сланцев различный — от желтоватого до коричневого и синевато-серого. Хороший горючий сланец обычно легко загорается от спички коптящим желтым пламенем, распространяя характерный запах смолы. Главная масса добываемых горючих сланцев поступает на сухую перегонку, при которой получается сырое сланцевое масло, газ и аммиачная вода. Из сырого масла извлекаются нефть или бензин и различные минеральные масла. Газ используется для освещения, отопления и в энергетике. Образующаяся при сжигании зола идет на изготовление различных строительных материалов — цемента, кирпича и т. д.

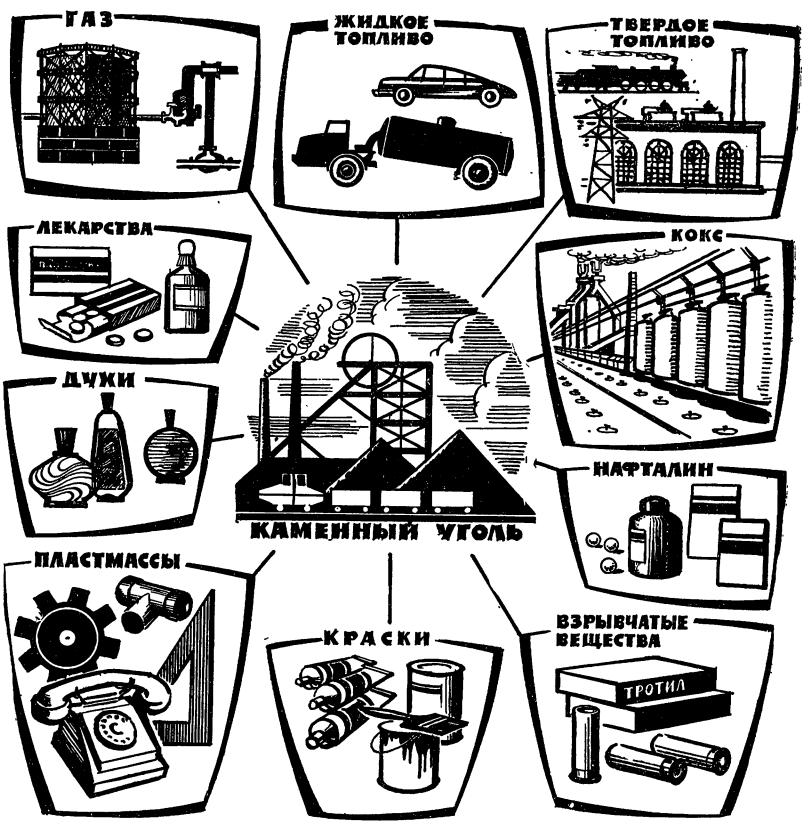
Мировые запасы горючих сланцев (в пересчете на жидкое топливо) во много раз больше запасов природной нефти и других ее заменителей.

Нефть человечество знает давно. Еще древние египтяне употребляли нефть как средство для бальзамирования тел умерших. В древней Греции нефть также применяли, и она называлась «сицилийским маслом». В нашей стране еще в VIII в. жители Апшеронского п-ова, не имея дров, использовали для отопления своих жилищ землю, пропитанную нефтью. Земля эта горела и спасала людей от холода.

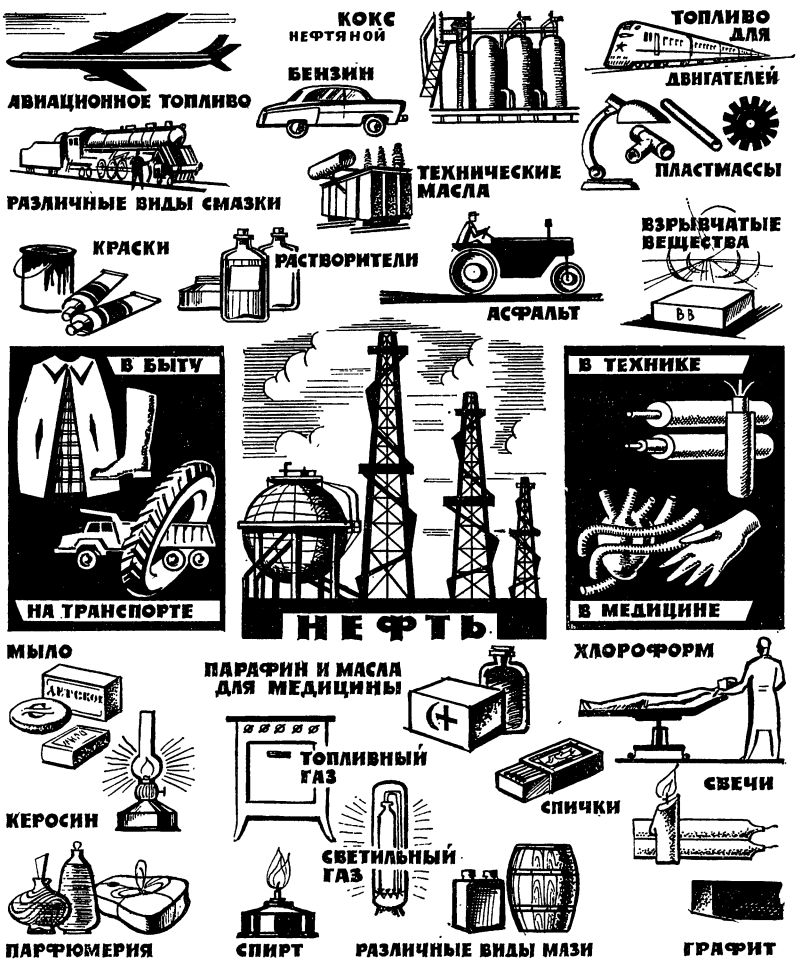
Хотя нефть уже давно была знакома человеку, однако широко ее использовать начали только со второй половины прошлого столетия. Особое значение нефть и ее продукты получили теперь.

Нефть — маслоподобная жидкость, вероятно, органического происхождения. Цвет ее обычно темный, но встречаются нефти светлых и светло-желтых, зеленовато-коричневых или красновато-коричневых оттенков. Запах нефти керосиновый, иногда со слабым или сильным сернистым «душком».

Теплотворная способность нефти очень высока — 1 *кГ* при сжигании дает 10 тыс. калорий.



Как используется уголь.



Как используется нефть.

В этом отношении она выше антрацитов и к тому же еще сгорает без остатка. В химическом составе нефти основное место занимает сложная смесь углеводородов, причем углерода в нефти от 84 до 88%, а водорода — около 14%. Кроме того, в состав нефти входят также кислородные, сернистые, азотистые соединения и некоторые неорганические (минеральные) примеси. Нефти различных месторождений часто имеют и различный химический состав.

Месторождения нефти встречаются во всех отложениях, начиная с кембрия до третичных включительно. Нефть залегает в пористых осадочных породах морского происхождения — песках и песчаниках, часто изогнутых в складки, в форме свода. Встречается нефть и в известняках, где заполняет пустоты и трещины. Залежи нефти часто находятся под большим давлением газа; поэтому, если при бурении не принять предохранительных мер, может образоваться мощный нефтяной фонтан и огромное количество нефти и газа безвозвратно потеряется. Открытый фонтан нефти считается катастрофой на нефтяном промысле.

Трудно найти такую отрасль народного хозяйства, где бы не применяли нефть и продукты ее переработки. И действительно, нефть служит источником энергии, тепла и света, сырьем для химической промышленности и т. д.

Из нефти вырабатывается много продуктов: бензин, газолин, керосин, мазут, различные смазочные масла, спирт, синтетический каучук, пластмассы и т. д.

Советский Союз по запасам нефти занимает первое место в мире (больше половины мировых запасов).

В сотни городов и многие тысячи районных поселков и колхозных деревень нашей страны пришел природный горючий газ. Сейчас миллионы квартир газифицированы. На газ переведено большое число промышленных предприятий Москвы, Ленинграда, Харькова, Киева, Саратова и других городов.

Горючий природный газ — важный источник для получения бензина и ценное сырье для многих отраслей химической промышленности — производства пластмасс, искусственных тканей и т. д.

Горючие природные газы — это смесь различных газообразных углеводородов, азота, окиси углерода, углекислого газа, кислорода и водорода с некоторой примесью сероводорода и фосфористого водорода. Теплотворная способность горючего газа очень большая и достигает 11 400 калорий.

Горючий газ доставляется с мест добычи в районы потребления по газопроводам, длина которых иногда превышает 2 тыс. *км* (например, Бухара — Урал).

Наша страна обладает огромными запасами природных горючих газов — самого дешевого высококалорийного топлива и ценнейшего источника сырья для химической промышленности.

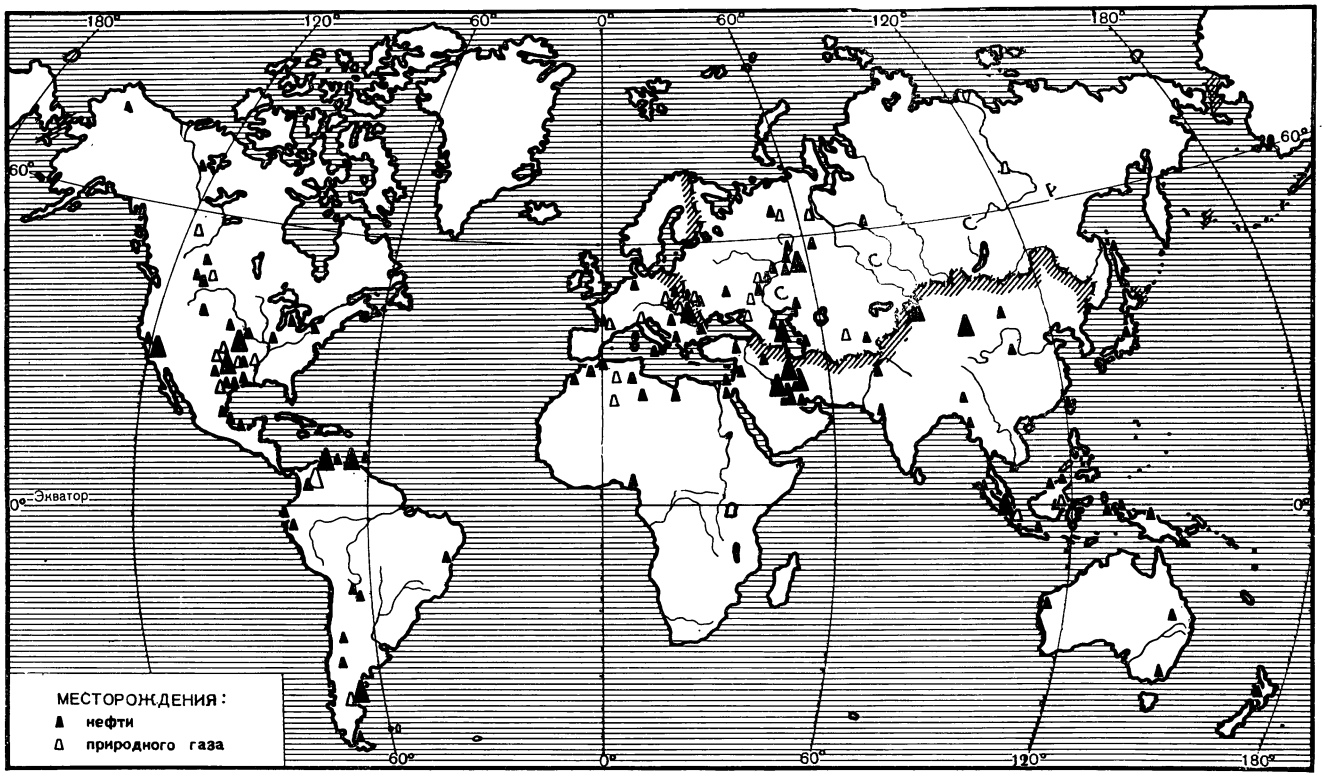


Схема расположения главных месторождений нефти и газа на земном шаре.

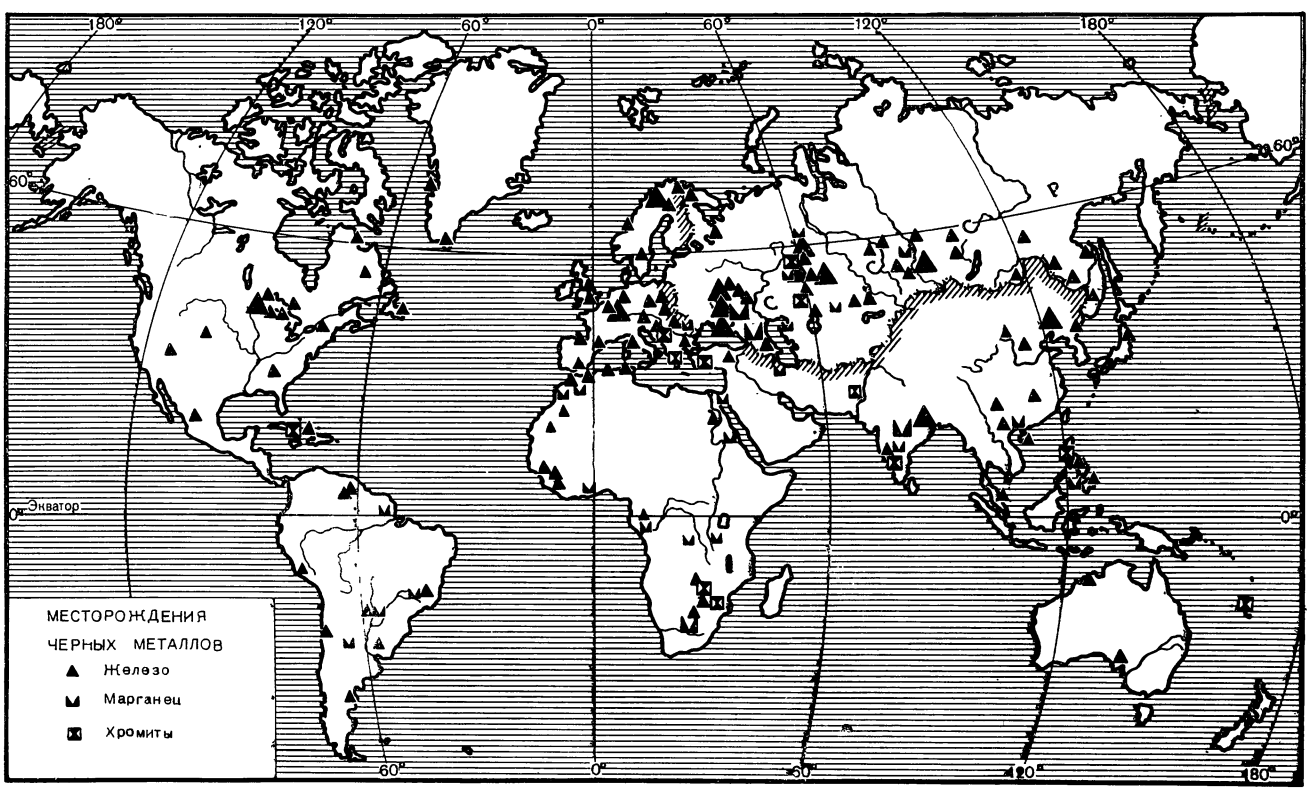
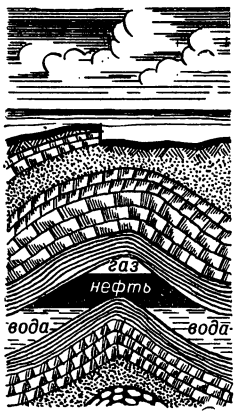
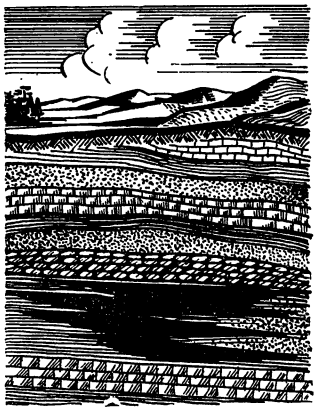


Схема расположения главных месторождений черных металлов на земном шаре.





1. Распределение газа, нефти и воды в антиклинали.
2. Ловушка для нефти в разбитых трещинами известняках с пустотами.
3. Слои песка переходят в глины. В местах их выклинивания образуется ловушка для нефти.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Черные металлы и их сплавы

Ж е л е з о — наиболее распространенный металл в земной коре, но его начали применять позднее некоторых других металлов, например золота, меди, олова, свинца, цинка. Это, по-видимому, объясняется тем, что руды железа мало похожи на металл. Первобытному человеку было трудно догадаться, что из них можно получить металл, пригодный для изготовления нужных ему вещей.

Прошло очень много времени, пока человек научился извлекать железо из руд и делать из него чугун и сталь.

В настоящее время железные руды относятся к тем полезным ископаемым, без которых не может обходиться ни одна сколько-нибудь развитая в промышленном отношении страна. Железные руды служат сырьем для черной металлургии. Мировая добыча этих руд примерно 350 млн. *Т* в год.

Из железных руд выплавляются чугун (с содержанием 2,5—4% углерода), сталь (1,5—0,2% углерода) и железо (0,2—0,4% углерода), а также сталистые чугуны (2,5—1,5% углерода).

Наиболее широко применяется в промышленности сталь, значительно меньше — чугун и железо.

Чугун выплавляется из железных руд в домнах, работающих на коксе или каменном угле; сталь и железо переплавляются из чугуна в бессемеровских конверторах, в отражательных мартеновских печах или по способу Томаса (см. т. 5 ДЭ).

Значение черных металлов и их сплавов в жизни человеческого общества исключительно велико. Сотни миллионов тонн чугуна и стали используются для строительства железных дорог, мостов, железобетонных зданий, для производства различных машин, электровозов, вагонов, автомобилей, тракторов, кораблей. Из железа изготовляются всевозможные предметы широкого потребления. Нет такой отрасли промышленности и сельского хозяйства, где не применялись бы железо и его сплавы.

В природе встречаются сотни минералов, в состав которых входит железо, но лишь немногие из них являются железной рудой. Это магнетит, гематит, бурый железняк и некоторые другие, которые образуют крупные месторождения, занимающие площади в десятки и сотни квадратных километров.

М а г н и т н ы й ж е л е з н я к, или м а г н е т и т, в химическом отношении представляет соединение окиси железа с закисью железа. В природе он встречается и в форме хорошо образованных кристаллов, и особенно часто в виде сплошных или зернистых масс. Цвет магнетита железо-черный. Замечательное свойство этого минерала — магнитность.

По содержанию металлического железа магнетит наиболее богатая железная руда (до 72% железа).

Крупные месторождения магнетитовых руд в нашей стране известны на Урале (горы Магнитная, Высокая, Благодать), на Кольском п-ове, в ряде районов Сибири (Горная Шория, в бассейне р. Ангары и др.).

За последние годы в Казахстане были открыты и разведаны крупные месторождения богатых магнетитовых руд в Кустанайской области: Соколовско-Сарбайское, Качканарское и многие другие.

Г е м а т и т, или к р а с н ы й ж е л е з н я к, имеет большее значение для черной металлургии, чем магнетит. В химическом от-

ношении гематит — окись железа. В природе он образует ряд разновидностей (кристаллические, чешуйчатые и плотные скрытокристаллические массы). Окраска гематита от вишнево-красной до железо-черной с сильным металлическим блеском.

Гематитовые руды образуют огромные залежи особенно среди древнейших гнейсов и метаморфических сланцев.

Из общей добычи железной руды в СССР около 70% приходится на гематитовые руды. Крупнейшее месторождение этих руд в нашей стране — Криворожское, огромные запасы гематита таятся и в районе Курской магнитной аномалии. Здесь уже начата промышленная разработка железных руд. В Центральном Казахстане разведано и подготовлено к эксплуатации крупное Караджальское месторождение богатых гематитовых руд, на базе которого построен Карагандинский металлургический завод.

Важный источник получения железа — это так называемые бурые железняки, или лимониты, получившие такое название по характерной бурой окраске. В химическом отношении они представляют собой соединение окиси железа с водой.

Бурые железняки образуют сплошные плотные, ноздреватые и землистые массы, различные натечные формы в виде почек и гроздьев, а также массы горохообразного сложения. Эти руды образуются из соединений железа, которые извлекают поверхностные воды из разрушающихся горных пород. Бурые железняки считаются промышленной рудой, если они содержат не менее 30% железа. К числу наиболее крупных месторождений бурых железняков в СССР относятся: Керченское в Крыму, Бакальское и Орско-Халиловское на Урале.

Ценной особенностью бурых железняков некоторых месторождений СССР является присутствие в них примесей ванадия, марганца, хрома, никеля, кобальта и других металлов.

Современная техника нуждается не только в обычном чугуне, железе и стали, но и в металле, который обладает повышенной вязкостью, хорошей ковкостью, большой упругостью и другими ценными свойствами. Оказывается, что

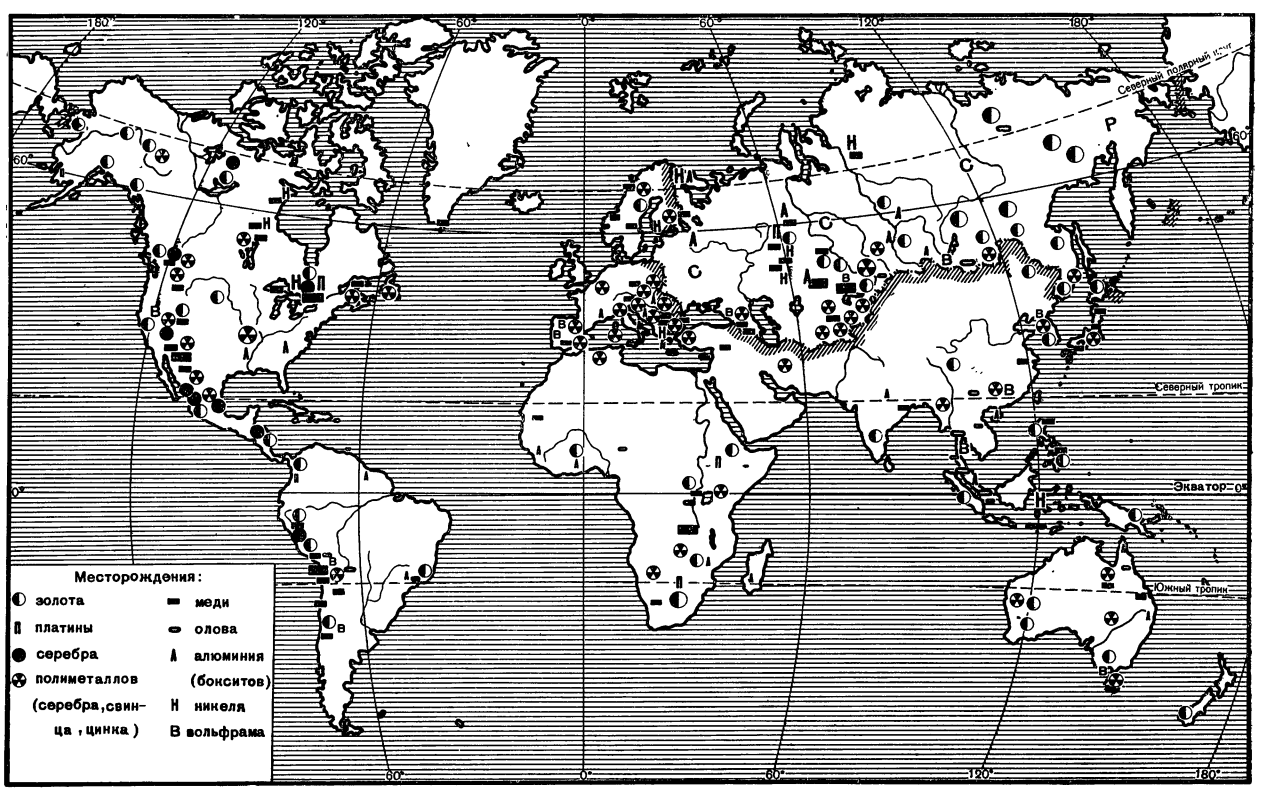


Схема расположения главных месторождений цветных металлов на земном шаре.

все эти свойства приобретает сталь, если в состав ее в качестве примеси ввести марганец, хром, титан, ванадий и некоторые другие металлы.

К группе черных металлов наряду с железом относят марганец и хром, так как они большей частью используются в черной металлургии.

Марганцевые руды представляют собой соединения марганца с кислородом. В природе они встречаются в виде черных землистых масс. Важнейшие минералы марганца — пиролюзит, браунит, псиломелан, манганит.

Содержание марганца в промышленных рудах колеблется в пределах 15—40%.

Кроме черной металлургии, марганцевые руды применяются в химической промышленности, для изготовления сухих батарей, в керамическом и стекольном производствах.

Наиболее крупные месторождения марганцевых руд у нас в Чиатуре (Грузия), Никополе (УССР), на Урале и в Казахстане.

Единственная руда металла хрома — хромистый железняк, или хромит,— по внешнему виду похожа на магнетит, но, в отличие от него, не обладает магнитными свойствами. Хром применяется в металлургической и химической промышленности. Хромит идет на изготовление огнеупорных материалов. В Советском Союзе много высококачественных хромовых руд на Северном и Южном Урале.

В черной металлургии используются также титаномагнетитовые руды, которые придают особую прочность стали.

Цветные и благородные металлы

В группу цветных металлов входят медь, свинец, цинк, олово, алюминий, магний и некоторые другие. После железа это главные металлы современной промышленности. Они используются в огромных количествах.

В любой современной машине — автомобиле, тракторе, комбайне, танке и самолете — наиболее важные части сделаны из различных цветных металлов и их сплавов.

Цветные металлы широко используются в строительстве, в научных и заводских лабораториях.

Медь — металл красновато-желтого цвета. Ценные качества меди — высокая ковкость и электропроводность. Благодаря им она имеет исключительное значение в электротехнической промышленности (провода, арматура), в машиностроении, судостроении, изготовлении химической аппаратуры (перегонные котлы, холодильники и т. д.), точных приборов, чеканке монет и т. д.

Кроме того, медь образует ряд сплавов с оловом, цинком, никелем (бронза, мельхиор, латунь и т. д.).

В природе встречается более 150 минералов, содержащих медь, но главное промышленное значение имеют медный колчедан, или халькопирит, борнит, халькозин, ковеллин и отчасти самородная медь.

Как правило, разрабатываются руды с содержанием даже 1—2% меди. Если в медной руде содержатся и другие металлы; добывать ее выгодно, когда в ней и менее 0,5% меди.

В Советском Союзе медные месторождения известны на Урале, в Казахстане, на Кавказе и Узбекистане.

Свинец и цинк встречаются в природе совместно, главным образом в виде сернистых соединений (сульфидов), образующих свинцовые и цинковые руды. Обычно эти руды содержат и другие металлы — медь, серебро, золото, висмут, олово, селен, теллур, кадмий, индий. Поэтому месторождения свинца и цинка называют полиметаллическими. Они встречаются как среди осадочных, так и среди изверженных пород, образуя в них пластообразные залежи, линзы, гнезда и жилы.

Главные рудные минералы полиметаллических месторождений — свинцовый блеск (галенит), цинковая обманка (сфалерит), халькопирит (медный колчедан), пирит (серный колчедан) и др. Минералы свинца и цинка обычно преобладают над другими рудными минералами и служат рудой для получения свинца и цинка.

Свинец — темно-серый блестящий металл, мягкий и ковкий, с низкой температурой плавления (327°,4). Он широко применяется во всех отраслях промышленности — в производстве баббитов (для заливки подшипников), типографского сплава, аккумуляторов, в рентгенотехнике — и служит необходимым материалом для обмотки электрических кабелей, предохраняя последние от разъедающего действия воды.

Цинк — синевато-белый блестящий металл. Он используется для получения сплавов латуни и бронзы, которые необходимы моторо-

и машиностроению; для цинкования железного листа, труб и телеграфных проводов.

На территории СССР известны многочисленные месторождения свинца и цинка в Казахстане, Средней Азии, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке.

О л о в о — мягкий металл серебристо-белого цвета, с сильным блеском, обладает хорошей ковкостью и тягучестью. Главный промышленный минерал олова — к а с с и т е р и т, или о л о в я н н ы й к а м е н ь (соединение олова с кислородом). Он встречается в кварцевых и пегматитовых жилах. Олово имеет разнообразное применение — в радиотехнике и электротехнике (для изготовления конденсаторов), при изготовлении жести для консервных банок. Из оловосодержащих сплавов делают типографские шрифты и бронзовые втулки. Месторождения оловянных руд промышленного значения известны во многих районах Сибири и Дальнего Востока, а также и в других местах.

Н и к е л ь — серебристый металл, хорошо полируется и сохраняет красивый металлический блеск на воздухе и в воде. Добавка никеля к сталям сильно повышает их вязкость и упругость, что в особенности ценно, например, для брони танков. Применяются также сплавы никеля с медью и с цинком в различных отраслях техники. Наиболее важные рудные минералы, из которых извлекается никель,— п е н т л а н д и т и г а р н и е р и т. В СССР встречаются месторождения никелевых руд на Кольском п-ове, Урале и в Сибири.

А л ю м и н и й никогда в природе не встречается в металлическом виде, а только в виде окиси, т. е. соединения алюминия с кислородом. Это легкий металл, плотность его 2,7. Он дает прочные и легкие сплавы с цинком, никелем, магнием, марганцем. По качеству эти сплавы близки или даже несколько превосходят высокосортные стали, поэтому широко применяются в авиационном, автомобильном и электротехническом производстве.

В большом количестве алюминий идет на изготовление посуды и других изделий, измельченный — используется в качестве краски.

Алюминий получается из бокситовых руд — каменистых или землистых глиноподобных пород кирпично-красного, желтого или серовато-белого цвета, в составе которых содержится глинозем (40—70%), окись и закись железа и кремнезем.

Промышленные месторождения бокситов в СССР известны в районе города Бокситогорска (Ленинградская область), на Среднем и Северном Урале, в Казахстане, Сибири (Салаир и др.).

Помимо бокситов, сырьем для получения алюминия могут служить такие минералы: а л у н и т, н е ф е л и н, к и а н и т и с и л и м а н и т.

Залежи алунитовых пород имеются в Западной Украине, Казахстане, Азербайджане. Наиболее крупные залежи нефелиновых руд известны на Кольском п-ове, в Красноярском крае.

М а г н и й — серебристо-белый ковкий металл, более чем в полтора раза легче алюминия. Сплавы магния с алюминием, цинком и с другими металлами широко используются в самолетостроении и автомобилестроении. Инструменты и отдельные части машин, изготовленные из магниевых сплавов, отличаются большой прочностью и легкостью. Главные виды магниевого сырья — м а г н е з и т (соединение магния с углекислотой), д о л о м и т (соединение магния и кальция с углекислотой), к а р н а л л и т (двойная соль хлористого калия и магния с кристаллизационной водой). Минералы, содержащие магний, широко распространены в земной коре, и месторождения их многочисленны. Магний извлекают из солей морской воды. Ежегодная мировая добыча «морского» магния (без СССР) составляет более 250 тыс. *Т*.

Золото, платину и серебро называют благородными металлами. Это очень стойкие металлы: они не растворяются в большинстве кислот и щелочей и не соединяются с кислородом воздуха. Поэтому изделия из этих металлов сохраняются без каких-либо изменений в течение многих тысячелетий. Первое место по своему значению занимает золото, за которым следует платина, а затем уже — серебро.

По мнению многих ученых, золото применялось первобытным человеком раньше меди.

З о л о т о — блестящий, очень тяжелый металл красивого ярко-желтого цвета. Золото очень тягуче и ковко; из 0,1 *Г* можно вытянуть тонкую проволочку длиной в 261 *м* или расплющить его в тончайшие листочки (фольгу) толщиной в 0,0002 *мм*. Золото встречается в природе главным образом в самородном состоянии, причем оно почти всегда содержит в своем составе серебро, медь и некоторые другие металлы. Величина отдельных золотин колеблется от пылевидных крупинок до самородков весом в десятки килограммов. Самый крупный самородок под названием «Желанный гость» был найден в Австралии, весил он 70,91 *кГ*.

Месторождения золота разделяются на коренные и россыпные. В коренных месторождениях золото заключено в самой породе (например, золото-кварцевые жилы, мышьяково-колчеданные руды и др.) и в россыпях — в песках и галечнике, образовавшихся за счет разрушения коренных пород.

Главные области применения золота — чеканка монет и ювелирные изделия; небольшое количество используется в зубоврачебном деле и в фарфоровой промышленности в качестве краски.

По приблизительным подсчетам за все время существования человечества добыто примерно 50 тыс. *Т* золота.

Значительная часть его хранится в банках в виде монет и слитков.

Мировые запасы золота очень велики, но точно еще не подсчитаны. Советский Союз располагает многочисленными месторождениями золота, главным образом в Сибири, Казахстане, на Дальнем Востоке, Урале.

П л а т и н а — благородный металл серебряно-белого цвета, встречающийся в природе в самородном виде. Платина ковка и тягуча. Плавится при 1770°. Характерная особенность платины — обязательное присутствие в ней примеси редко встречающихся металлов — палладия, осьмия, иридия, родия и рутения.

Спутники платины (платиноиды) высоко ценятся в технике. Так, например, палладий употребляется для изготовления мелких радиодеталей, телефонного и телеграфного оборудования. Иридий — для изготовления наконечников точных приборов и «вечных» перьев. Осьмий используется в медицине. Родий — в гальванопластике, а рутений в сплаве с иридием — для изготовления термоэлементов. Платина была очень давно известна индейцам Южной Америки, которые добывали ее из россыпей на территории современной Колумбии. Впервые в России она была обнаружена в 1819 г. на Урале.

Платина, так же как и золото, встречается в виде мелких зерен, чешуек, пластин и реже — в форме самородков до 9 *кГ* весом. Платина применяется для изготовления лабораторной и заводской аппаратуры, в некоторых химических производствах, в зубоврачебном деле, рентгенологии, фотографии, а также в качестве драгоценного металла в ювелирных изделиях.

В СССР платина добывается на Урале, Кольском п-ове, в Сибири и других местах, как в коренных месторождениях, так и из россыпей.

С е р е б р о — металл характерного серебряно-белого цвета, менее ценный, чем золото и платина. С большинством тяжелых металлов серебро образует сплавы. Так, например, сплав серебра с медью применяется для чеканки монет и выделки серебряных изделий. Чистое серебро употребляется для серебрения и в кинофотопромышленности.

Многочисленные соединения серебра также применяются в химических и физических лабораториях.

В самородном виде серебро встречается редко. Обычно его находят в виде соединений с серой, сурьмой, мышьяком. Больше половины мировой добычи серебра извлекается не из собственно серебряных руд, а попутно из свинцово-цинковых и отчасти из медных и золотых руд.

В СССР месторождения серебросодержащих руд в основном находятся в Казахстане, Средней Азии, Сибири, на Урале, Дальнем Востоке и Кавказе.

Редкие и рассеянные металлы

В настоящее время из 103 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева в промышленности используется около 80 элементов, в том числе большая группа редких и рассеянных металлов. К ним относятся литий, бериллий, титан, вольфрам, молибден, висмут, тантал, скандий, ванадий, галлий, германий, рубидий, иттрий, цирконий, ниобий, индий, теллур, а также радиоактивные металлы — уран, радий, торий и др.

К этой же группе редких и рассеянных металлов относят и так называемые «редкие земли», которые занимают в периодической системе элементов Д. И. Менделеева номера с 57 по 71 (церий, лантан и др.).

Преобладающее большинство редких и рассеянных металлов содержится в земной коре в очень малых количествах, порядка тысячных, десятитысячных и даже стотысячных долей процента. Исключение составляют титан, ванадий, литий, бериллий и некоторые другие. Из редких металлов в самородном состоянии встречаются только висмут и очень редко тантал. За исключением молибдена, вольфрама и титана, большинство редких рассеянных металлов не образует самостоятельных месторождений. Так, например, свинцово-цинковые и медно-колчеданные руды многих месторождений очень часто содержат индий, галлий, тал-

лий, германий, селен, теллур, которые попутно извлекаются при переработке руд на главные металлы — медь, свинец и цинк.

В золе некоторых углей и сланцев часто присутствует значительное количество германия. В калийных солях находятся цезий, рубидий и литий. В молибденовых рудах встречается рений, в циркониевых — гафний, а в бокситах — галлий.

Большая группа редких и редкоземельных металлов встречается в минералах пегматитовых жил (см. стр. 71).

Для извлечения редких и рассеянных металлов из руды прибегают к очень сложным способам обработки, которые позволяют довести содержание их до промышленных концентраций.

Свойства редких металлов весьма разнообразны и необычайно ценны.

Рассмотрим наиболее важные в промышленном отношении редкие и рассеянные металлы.

Бериллий применяется в сплавах с медью, алюминием и магнием. Эти сплавы обладают большой прочностью, химической устойчивостью и легкостью. Твердость железа от прибавления бериллия увеличивается в 6 раз. Сплавы бериллия применяется в технике. Главный минерал бериллия — берилл (силикат алюминия и бериллия). Встречается он главным образом в пегматитовых и кварцевых жилах.

Ванадий идет для производства особо вязких и прочных сталей и входит важной составной частью в сплав с алюминием. Эти стали и сплав используются в автомобильной и авиационной промышленности. Соединения ванадия употребляются в производстве различных красок, в фотографии и медицине. Ванадий добывают из минералов — ванадинита, тюямунита и др.— или попутно извлекают из руд других металлов (титаномагнетитов, бурых железняков, бокситов).

Висмут применяется при изготовлении легкоплавких сплавов, которые нужны в типографском деле, в производстве предохранительных пробок к паровым котлам, автоматическим огнетушителям и т. д.

Кроме того, висмутовые соли используются в медицине, при изготовлении фотобумаги, красок и стекол с высоким показателем преломления.

Галлий используется для изготовления высокотемпературных кварцевых термометров, заменяя в них ртуть, для специальных оптических зеркал, а также в медицине.

Германий, индий, селен, теллур и некоторые другие используются в полупроводниках, для изготовления стекол с очень высоким показателем преломления, в радиотехнике как элементы с очень высоким сопротивлением и в медицине.

Литий дает легкие и вместе с тем твердые сплавы с алюминием, магнием и другими металлами. Литий используется в технике и медицине. Важнейшим минералом лития является сподумен (алюмосиликат лития). Встречается он в пегматитовых жилах.

Молибден и вольфрам отличаются значительной твердостью, ковкостью, высокой химической стойкостью и тугоплавкостью. Температура плавления молибдена 2600°, а вольфрама 3400°, т. е. выше, чем у всех других металлов. Значительная часть молибдена и вольфрама применяется в качестве добавок при выплавке специальных сортов стали, используемых для изготовления различных видов быстрорежущих инструментов, котлов высокого давления, наиболее ответственных частей автомобилей и др.

Молибден и вольфрам применяются также для электротехнических приборов, радио и рентгена.

Практически весь молибден получают из молибденита (соединения молибдена с серой).

Главными минералами, из которых извлекается вольфрам, являются вольфрамит (соединение вольфрама с железом, марганцем и кислородом) и шеелит (соединение вольфрама с кальцием и кислородом). Эти минералы обычно встречаются в кварцевых жилах и в рудных зонах, расположенных на границе осадочных пород и гранитов.

Ниобий и тантал применяются в производстве особо прочных сортов стали, используемых в технике. Особую роль играет тантал в электровакуумной технике.

Рений широко используется в электротехнике и в химической промышленности, в частности как катализатор (ускоритель процессов).

Рубидий, цезий и селен благодаря своим особым фотоэлектрическим свойствам необходимы в производстве фотоэлементов.

Титан обладает высокой температурой плавления (1725°) и температурой кипения (более 3000°), в нем сочетается легкость с большой прочностью (равной прочности стали). Титан очень стоек к воздействию кислот и щело-

чей, не поддается ржавлению. Поэтому металлический титан теперь широко применяют в реактивных самолетах и в других областях новейшей техники. Двуокись титана используется для изготовления высококачественных белил, лаков, эмалей, водонепроницаемых материалов. Титан идет в качестве добавки для получения сверхпрочных сталей.

Главное сырье для титановой промышленности — минералы рутил, ильменит и титаномагнетит. Большинство наиболее важных месторождений титана связано с глубинными магматическими породами (габбро и др.) и с россыпями, образовавшимися за счет их разрушения.

В Советском Союзе месторождения титана есть на Урале, Кольском п-ове, Украине, в Казахстане, Сибири, Карелии.

Относительно недавно используется в промышленности цирконий. Окись циркония принадлежит к наиболее огнеупорным окисям. Ее употребляют для изготовления тиглей, химически устойчивых кирпичей и высокотемпературных цементов.

В виде металла цирконий применяется для дающих вспышку порошков, радиоламп, электродов и сплавов. Из циркониевых сталей делают хорошую броню, а с никелем эти стали применяются для производства быстрорежущих инструментов. В последнее время цирконий стал употребляться для изготовления ядерных реакторов. Цирконий извлекают из минералов циркона (соединение циркония с кремнием и кислородом) и бадделеита (соединение циркония с кислородом). Оба минерала встречаются в гранитах и нефелиновых сиенитах, а также и в пегматитовых жилах этих пород. Основная масса циркона добывается теперь из россыпных месторождений.

К радиоактивным металлам относятся торий, уран и радий. В земной коре их немного.

Из радиоактивных металлов особенно важен уран. Будучи исключительно активным элементом, уран никогда не встречается в самородном виде, а только в соединениях с другими элементами.

В 1898 г. супругам Кюри удалось выделить из урановых соединений новый элемент — радий. Содержание радия в урановой руде ничтожно мало, и для получения 1 *Г* радия надо переработать свыше 2 тыс. *Т* урановой руды. Поэтому цена его была колоссальной: 1 *Г* бромистой соли радия стоил до 200 тыс. руб. золотом.

Радий применяется пока главным образом для научных исследований и в медицине.

Урановые руды — важнейший источник колоссальных запасов внутриядерной энергии. При расщеплении 1 *Т* урана выделяется столько же энергии, как при сжигании 100 тыс. *Т* угля.

Сейчас ученые напряженно работают, чтобы возможно скорее овладеть этой новой могучей силой в мирных целях.

В СССР атомная энергия используется в мирных целях: построены атомные электростанции, ледокольный атомоход «Ленин» и т. д.

Недалеко то время, когда ученые откроют дешевые и доступные пути получения атомной энергии в неограниченных количествах. Тогда мы будем иметь электростанции, помещающиеся в чемодане, моторы в несколько лошадиных сил и размером не больше карманных часов, ракетные двигатели, самолеты и автомобили, «заряженные» атомным топливом на ряд лет.

НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

На первый взгляд кажется, что так называемые неметаллические ископаемые играют второстепенную роль в жизни человека. Но это мнение ошибочно. Разве мог бы современный человек обойтись без зданий, в которых он живет и работает? А они построены из естественного камня (гранита, известняков и других горных пород) или из кирпича и бетона. Обыкновенное оконное стекло, бутылки, различная чайная и лабораторная посуда, силикатный кирпич, оптические приборы, пьезопластинки в радиопередатчиках и многое другое изготовлено из кварца, распространенного нерудного минерала.

Разве можно точно подогнать, скажем, поршни в цилиндрах моторов или обеспечить безукоризненное взаимодействие отдельных частей в часовом механизме без тщательной их шлифовки и полировки? Конечно, нет! А для этого требуются различные шлифующие материалы — алмаз, корунд, гранат, наждак.

Современные двигатели и машины не могут обойтись без изоляционных материалов — слюды и асбеста.

Человек не может жить без поваренной соли — одного из распространенных неметаллических полезных ископаемых.

1

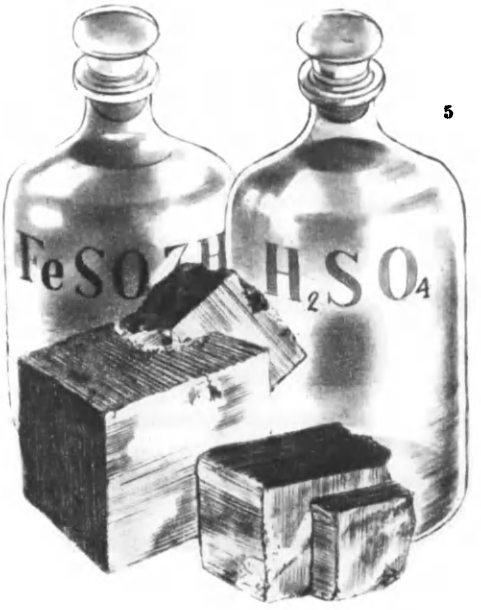
2

3

1. **Бронзовые боевые секиры с гравированным орнаментом.**
2. **Бронзовый ритон (ритуальный питьевой рог) с головкой козла на конце и с гравированным орнаментом на наружной поверхности (змеи, хищники, птицы, двуголовые звери). Примерно VIII в. до н. э.**
3. **Медный котел (около V—IV вв. до н. э.).**

4

4. **Агат и изделия из него.**
5. **Кристаллы пирита — исходного сырья для производства серной кислоты и железного купороса.**



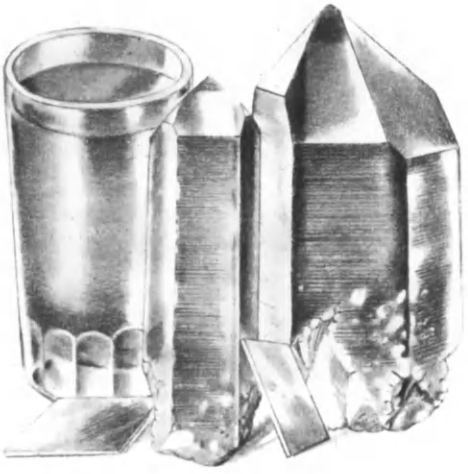
5

6

7

8

9



10

11

6. Алмазы различной формы: два кристалла в кимберлитовой породе; крупный ограненный бриллиант (справа); алмаз для резки стекла (на заднем плане).

7. Кристаллы полевого шпата ортоклаза, используемого в фарфоровом производстве.

8. Магнезит, применяемый в сахарной промышленности.

9. Фосфорит с остатками аммонита и суперфосфат, изготовляемый из фосфоритов.

10. Два кристалла кварца, кварцевые пластинки и стакан из литого кварца.

11. Волокнистый минерал асбест и шпулька с асбестовой пряжей.

12. Кристаллы самородной серы, применяемой для производства серной кислоты, пороха, спичек, а также при вулканизации каучука.

12

Одним словом, везде и всюду вы встречаетесь с изделиями и материалами, которые изготовлены из неметаллических полезных ископаемых. Ежегодная добыча неметаллических полезных ископаемых достигает многих сотен миллионов тонн.

Познакомимся с наиболее важными неметаллическими ископаемыми, которые широко используются в промышленности и сельском хозяйстве.

Основой химической промышленности являются кислоты и щелочи. Из первых наибольшее значение имеет серная кислота, а из вторых — сода и едкий натр. Источник получения сернистой и серной кислот — природная сера и серный колчедан.

Трудно перечислить отрасли промышленности, для которых нужны сера и ее кислоты. Серную кислоту называют «хлебом» для химической промышленности. Сотни тысяч тонн кислот используются для получения удобрений, бумаги, красок, спичек, большинства лекарств, для очистки бензина и масел, для изготовления купоросов, квасцов, соды, стекла, брома, йода. Серная кислота нужна для получения взрывчатых веществ.

Природная сера в земной коре встречается в кристаллических скоплениях и сплошных массах. Месторождения самородной серы связаны с извержениями вулканов или деятельностью серных бактерий, живших в некоторых морских бассейнах в геологическом прошлом.

Месторождения природной серы известны в пустыне Каракумы, на Кавказе, на Камчатке. На Украине имеется ряд месторождений серы.

Не менее важным сырьем для получения серы, серной и сернистой кислот является серный колчедан, или пирит. В химическом отношении он представляет соединение железа с серой, нередко с примесью меди, золота, никеля.

Месторождения серноколчеданных и других серных (сульфидных) руд в Советском Союзе известны на Кольском п-ове, Урале, Кавказе, в Карелии, Западной Сибири.

Каменная соль — это соединение хлора с натрием. Соль широко распространена в природе в виде мощных залежей каменной соли в недрах земли или в форме осадков, образующихся при испарении воды в замкнутых бухтах морей или соленых озерах, и, наконец, в виде соляных источников.

Соль нужна человеку не только в качестве необходимой приправы к его пище. Она — важное сырье для химической промышленности, так как из нее вырабатывают соляную кислоту, соду, хлорную известь, едкий натр и другие химические продукты.

Крупнейшее в СССР месторождение каменной соли находится на Украине — вблизи г. Славянска и г. Артемовска. Большими запасами хорошей соли располагает Илецкое месторождение в Волгоградской области. Широкой известностью пользуются соленые озера Баскунчак и Эльтон. Они хранят крупные запасы высококачественной поваренной соли.

Наиболее значительные соляные источники, дающие выварочную соль, находятся на Урале (Усольские, Соликамские).

Ценное сырье для химической промышленности — мирабилит. В химическом отношении — это водный сернокислый натрий. Часто в обиходе мирабилит называют глауберовой или английской солью. Она служит исходным сырьем для получения соды, а также используется в стекольном производстве, холодильном, красильном деле и в медицинской промышленности.

Самое крупное месторождение мирабилита — залив Кара-Богаз-Гол на Каспийском море.

Среди неметаллических ископаемых некоторые имеют важное значение для сельского хозяйства. Их часто называют минералами плодородия, так как они повышают урожайность сельскохозяйственных культур: это калийные соли, апатит, фосфорит и др.

Источники калийных солей — сильвин (соль хлористого калия) и карналлит (двойная соль хлористого калия и магния с кристаллизационной водой).

Большая часть калийных солей, добываемых у нас, идет на приготовление калийных удобрений. Соли калия применяются в парфюмерной, фармацевтической, лакокрасочной, стекольной и кожевенной промышленности. Из карналлита получают металлический магний для авиастроения.

Ценное сырье для производства минеральных удобрений — апатит и фосфорит. Апатит по химическому составу представляет собой фосфорную соль кальция. Из апатитовой руды различными способами получают первосортный суперфосфат. Месторождения апатита связаны с изверженными породами — нефелиновыми сиенитами. Самое крупное в мире месторождение апатитовых руд находится в Советском Союзе на Кольском п-ове (Хибинские горы).

Среди глин, песков, реже известняков встречается другой минерал, содержащий фосфор,— ф о с ф о р и т. По внешнему виду это сероватые и буровато-черные округлые желваки разнообразной формы и размеров. По химическому составу фосфорит близок к апатиту. Крупные запасы фосфоритовых руд находятся в Казахстане, средней полосе Европейской части РСФСР и в Ленинградской области. Фосфориты у нас добывают в громадном количестве.

Полученные из апатитовых и фосфоритовых руд соединения фосфора применяются в качестве удобрений полей, при изготовлении спичек, ядов для мелких грызунов, в лакокрасочном деле, для получения особо прочной фосфористой бронзы.

П л а в и к о в ы й ш п а т, или ф л ю о р и т, издавна применяется в различных отраслях промышленности. По химическому составу это соединение кальция с фтором (иначе фтористый кальций). В природе флюорит встречается довольно часто, образуя крупные скопления в виде сплошных зернистых масс или в форме кристаллов. Окраска флюорита обычно фиолетовая или зеленая.

Флюорит используется в качестве флюса (плавня) при производстве сталей, никеля и латуни, при плавке золота, серебра, свинца, меди и сурьмы. Он широко применяется также в химической промышленности для получения плавиковой кислоты и в алюминиевом производстве для получения криолита, необходимого при электролизе алюминия, в оптической и стекольной промышленности.

Наиболее крупные месторождения флюорита в Советском Союзе сосредоточены в Приморье, Восточном Забайкалье и Средней Азии.

Слюды — м у с к о в и т, ф л о г о п и т, в е р м и к у л и т, л е п и д о л и т и др.— обладают способностью легко расщепляться на тончайшие упругие листочки, но все они отличаются химическим составом и физическими свойствами.

Слюды широко распространены и входят в состав многих горных пород. Особенно часто и в больших количествах они встречаются в пегматитовых жилах.

Мусковит, флогопит обладают очень ценным для электротехники свойством: они не проводят электрический ток и поэтому употребляются в качестве изоляционного материала. Слюды выдерживают сильное нагревание (до 1260°) и часто используются вместо стекол в глазках плавильных печей и для очков в горячих цехах. Мелкая слюда и отходы ее идут на изготовление обоев, огнестойких кровельных материалов, автомобильных шин (для придания им прочности). Обожженный вермикулит используется для обкладки котлов и труб, а лепидолит — ценное сырье для получения самого легкого металла — лития.

Известны многочисленные месторождения различных слюд в Карелии, на Урале и в Восточной Сибири.

К числу своеобразных неметаллических полезных ископаемых относится а с б е с т (в переводе с древнегреческого языка «асбест» значит несгораемый). Более чем за тысячу лет до нашей эры из асбестового волокна умели выделывать несгораемые «каменные ткани».

Исключительная прочность, несгораемость, плохая проводимость тепла и другие качества позволяют употреблять асбест в виде ваты и пряжи, бумаги и картона. Из асбеста делают большие занавеси в театрах, несгораемые перегородки, одежду для пожарных, тормозные ленты для автомобилей. Словом, асбест применяется в тысячах различных изделий. Месторождения асбеста находятся на Урале (Баженовское, Алапаевское), в Казахстане и в Восточной Сибири.

В древности на Руси драгоценные камни называли с а м о ц в е т а м и. Этот термин и теперь часто применяется к различным прозрачным и полупрозрачным драгоценным камням. Одной из важных отличительных черт самоцветов является достаточно высокая твердость, стойкость к химическому воздействию и способность длительное время сохранять без изменения цвет и блеск.

Важное значение для самоцветов имеет прозрачность камня, блеск и игра цветов. Эти свойства ярче проявляются после огранки. К драгоценным и отчасти полудрагоценным камням относится большая и разнообразная группа минералов: а л м а з, с а п ф и р, р у б и н, и з у м р у д, б е р и л л, т о п а з, т у р м а л и н, а м е т и с т, г р а н а т, ц и р к о н, б и р ю з а, г о р н ы й и д ы м ч а т ы й х р у с т а л ь и я н т а р ь.

Несколько лет назад в Якутии были открыты крупнейшие месторождения алмазов. Открытие алмазов имеет огромное народнохозяйственное значение для нашей страны (см. стр. 65).

Драгоценные камни измеряются по весу мерой, которая называется к а р а т о м. Он равен 0,2 *Г*.

В отличие от драгоценных камней поделочные (цветные) камни в большинстве случаев являются горными породами, которые обла-

дают часто очень красивой окраской, интересным декоративным рисунком и способностью хорошо принимать шлифовку и полировку.

К поделочным камням относятся нефрит, лазурит, цветные полевые шпаты (амазонит, лабрадор), орлец (родонит), яшма, малахит, авантюрин, розовый кварц, змеевик, гипс, селенит, обсидиан, мрамор, кварцит.

Поделочные камни широко используются для ювелирных и художественных изделий (вазы, броши, пепельницы, чернильные приборы, статуэтки).

На территории СССР драгоценные и поделочные камни известны во многих районах (в Карелии, в Саянах, на Алтае, на Кольском п-ове), но первое место по разнообразию драгоценных и поделочных камней занимает Урал.

На побережье Балтийского моря (поселок Янтарное Калининградской области) находится самое крупное в мире месторождение янтаря — ископаемой смолы особого вида сосны третичного периода.

Из янтаря делают украшения, специальные изоляторы, лаки и т. п.

На Севере РСФСР (Кольский п-ов, Карелия, Архангельская область) известно много рек, в которых встречаются пресноводные раковины, содержащие жемчуг. Это —твердые округлые выделения углекислого кальция в раковине моллюсков. Из жемчуга делают очень красивые украшения. Добычей жемчуга наши предки занимались в далеком прошлом.

КАК ИЩУТ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

КЛАДЫ ЗЕМЛИ

Полезные ископаемые залегают в самых различных районах Земли. Большинство месторождений меди, свинца, цинка, ртути, сурьмы, никеля, золота, платины, драгоценных камней встречается в горных районах, иногда на высоте больше 2 тыс. *м*.

На равнинах находятся месторождения угля, нефти, различных солей, а также железа, марганца, алюминия.

Месторождения руд разрабатывали еще в глубокой древности. В то время руду добывали железными клиньями, лопатами и кайлами, а выносили на себе или вытаскивали в бадьях примитивными воротками, как воду из колодца. Это был очень тяжелый труд. В некоторых местах древние рудокопы сделали огромные по тем временам работы. В крепких скалах они вырубили большие пещеры или глубокие, похожие на колодцы выработки. В Средней Азии до сих пор сохранилась выбитая в известняках пещера высотой 15, шириной 30 и длиной более 40 *м*. А недавно обнаружили узкую, как нора, выработку, уходящую вглубь на 60 *м*.

Современные рудники — крупные, обычно подземные, предприятия в виде глубоких колодцев — шахт, с подземными ходами, напоминающими коридоры. По ним движутся электропоезда, подвозящие руду к специальным лифтам — клетям. Отсюда руду поднимают на поверхность.

Если руда залегает на небольшой глубине, то роют огромные котлованы — карьеры. В них работают экскаваторы и другие машины. Добытую руду увозят самосвалы и электропоезда. За один день 10—15 человек, работая на таких машинах, могут добывать столько руды, сколько раньше не смогли бы выработать кайлой и лопатой 100 человек за год работы.

Количество добываемой руды ежегодно возрастает. Металлов нужно все больше и больше. И не случайно появилась тревога: не будут ли скоро выработаны полезные ископаемые и нечего будет добывать? Экономисты произвели даже подсчеты, результаты которых оказались неутешительными. Так, например, подсчитали, что при современной скорости выработки запасы известных никелевых месторождений во всем мире полностью будут исчерпаны за 20—25 лет, запасы олова — за 10—15 лет, свинца — за 15—20 лет. А потом начнется «металлический голод».

Действительно, многие месторождения быстро истощаются. Но это относится в основном к тем месторождениям, где руды выходили на поверхность Земли и давно уже разрабатывались. Большинство таких месторождений на самом деле за несколько сотен лет горного промысла частично или полностью выработано. Однако Земля — богатейшая кладовая по-

лезных ископаемых, и рано говорить о том, что богатства ее недр исчерпаны. Немало есть еще месторождений и близ поверхности Земли, много их залегает и на большой глубине (200 и больше метров от поверхности). Геологи называют такие месторождения скрытыми. Искать их очень трудно, и даже опытный геолог может пройти над ними, ничего не заметив. Но если раньше геолог, отправляясь на поиски месторождений, был вооружен лишь компасом и молотком, то теперь он пользуется сложнейшими машинами и приборами. Ученые разработали много различных способов поисков полезных ископаемых. Чем глубже спрятала природа запасы ценных руд, тем труднее их обнаружить, а следовательно, совершеннее должны быть способы их поисков.

КАК ИЩУТ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С тех пор как человек начал выплавлять из руд металлы, много отважных рудознатцев побывали в труднопроходимой тайге, в степях и в неприступных горах. Здесь они искали и находили месторождения полезных ископаемых. Но старинные рудознатцы хотя и обладали опытом поколений в поисках руд, но не имели достаточно знаний для научно обоснованных действий, поэтому они часто искали вслепую, полагаясь «на чутье».

Нередко большие месторождения открывали люди, не связанные с геологией или горным делом,— охотники, рыбаки, крестьяне и даже дети. В середине XVIII в. крестьянин Ерофей Марков, разыскивая на Урале горный хрусталь, нашел белый кварц с блестящими зернышками золота. Позже здесь открыли месторождение золота, названное Березовским. Богатые залежи слюды в 40-х годах XVII в. в бассейне р. Ангары нашел посадский человек Алексей Жилин. Маленькая девочка открыла в Южной Африке крупнейшее в капиталистическом мире месторождение алмазов, а первый русский алмаз нашел на Урале в 1829 г. 14-летний крепостной мальчик Павлик Попов.

Большие скопления ценного камня — малахита, из которого делают различные украшения, были найдены впервые на Урале крестьянами при рытье колодца.

Месторождение красивых ярко-зеленых драгоценных камней — изумрудов открыл на Урале в 1830 г. смолокур Максим Кожевников, когда выкорчевывал в лесу пни. Из этого месторождения за 20 лет разработок добыли 142 пуда изумрудов.

Одно из месторождений ртути (Никитовское на Украине) случайно открыл студент, увидевший в глинобитной стене дома ярко-красный минерал ртути — киноварь. В том месте, откуда возили материал для строительства дома, оказалось большое месторождение киновари.

Развитию северных районов Европейской части СССР мешало отсутствие мощной энергетической базы. Каменный уголь, необходимый промышленным предприятиям и городам Севера, приходилось возить с юга страны за несколько тысяч километров или закупать в других странах.

Между тем в записках некоторых путешественников XIX в. указывалось о находках каменного угля где-то на севере России. Достоверность этих сведений вызывала сомнения. Но вот в 1921 г. старый охотник В. Я. Попов прислал в Москву «образцы черных камней, которые жарко горят в костре». Эти горючие камни он собрал вместе с внуком в районе села Усть-Воркута. Каменный уголь оказался высокого качества. Вскоре в Воркуту была послана экспедиция геологов, которая с помощью Попова открыла большое Воркутинское месторождение каменного угля. Впоследствии выяснилось, что это месторождение — наиболее важный участок Печорского угленосного бассейна, крупнейшего в Европейской части СССР.

В бассейне р. Воркуты вскоре вырос город шахтеров, к нему была проведена железная дорога. Теперь город Воркута стал центром угольной промышленности Европейского Севера нашей страны. На базе воркутинских каменных углей развиваются металлургия и химическая промышленность Севера и Северо-Запада СССР. Обеспечен углем речной и морской флот. Так открытие охотника привело к созданию нового горнопромышленного центра и разрешило энергетическую проблему для громадной области Советского Союза.

Не менее интересна история открытия магнитных железных руд летчиком М. Сургутановым. Он обслуживал совхозы и различные экспедиции в Кустанайской степи к востоку от Урала. На легком самолете Сургутанов возил людей и различные грузы. В один из рейсов летчик обнаружил, что компас перестал правильно показывать направление: магнитная стрелка начала «плясать». Сургутанов предположил, что это связано с магнитной

аномалией. Закончив рейс, он направился в библиотеку и выяснил, что подобные аномалии возникают в районах залегания мощных залежей магнитных железных руд. В следующие рейсы Сургутанов, пролетая над районом аномалии, отмечал на карте места максимальных отклонений стрелки компаса. О своих наблюдениях он сообщил в местное геологическое управление. Геологическая экспедиция, оснащенная буровыми станками, заложила скважины и вскрыла на глубине нескольких десятков метров мощную залежь железных руд — Соколовское месторождение. Затем была вскрыта вторая залежь — Сарбайская. Запасы этих месторождений оцениваются в сотни миллионов тонн высококачественной магнитной железной руды. В настоящее время в этом районе создан один из крупнейших в стране горнообогатительных комбинатов с производительностью в несколько миллионов тонн железной руды в год. Рядом с комбинатом возник город горняков — Рудный. Заслуги летчика Сургутанова были высоко оценены: он был удостоен Ленинской премии.

В большинстве случаев поиски и открытие месторождений требуют серьезных геологических знаний и специальных вспомогательных работ, иногда весьма сложных и дорогостоящих. Однако в ряде случаев рудные тела выходят на поверхность по склонам гор, в обрывах речных долин, в руслах рек и т. п. Такие месторождения могут быть открыты и неспециалистами.

За последние годы наши школьники принимают все более активное участие в изучении полезных ископаемых родного края. В каникулы учащиеся старших классов совершают туристские походы по родному краю. Они собирают образцы горных пород и минералов, описывают условия, в которых нашли их, и наносят на карту места, где взяты образцы. По окончании похода с помощью квалифицированного руководителя определяют практическую ценность собранных горных пород и минералов. Если какие-либо из них представляют интерес для народного хозяйства, то на место находки отправляются специалисты-геологи для проверки и оценки найденного месторождения. Так были найдены многочисленные месторождения строительных материалов, фосфоритов, каменного угля, торфа и других полезных ископаемых.

В помощь юным геологам и другим разведчикам-любителям в СССР издана серия популярных книжек по геологии.

Таким образом, поиски месторождений доступны и посильны любому наблюдательному человеку, даже не имеющему специальных знаний. И чем шире круг людей, которые включаются в поиски, тем с большей уверенностью можно ожидать открытия новых месторождений полезных ископаемых, нужных народному хозяйству СССР.

Однако рассчитывать только на случайные открытия поисковиков-любителей нельзя. В нашей стране, с ее плановым хозяйством, искать надо наверняка. Это и делают геологи, знающие, что, где и как искать.

НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЕ ПОИСКИ

Прежде чем начинать поиски полезных ископаемых, необходимо знать условия, при которых образуются те или иные месторождения.

Большая группа месторождений образовалась при участии внутренней энергии Земли в процессе проникновения в земную кору огненно-жидких расплавов — магм. Геологическая наука установила четкую зависимость между химическим составом внедрившейся магмы и составом рудных тел. Так, к изверженным породам черно-зеленого цвета (дунитам, перидотитам и др.) приурочены месторождения платины, хрома, алмазов, асбеста, никеля и др. Со светлыми, богатыми кварцем породами (гранитами, гранодиоритами) связаны месторождения слюды, горного хрусталя, топаза и др.

Многие месторождения, особенно цветных и редких, металлов образовались из газов и водных растворов, отделявшихся при остывании на глубине магматических расплавов. Эти газы и растворы проникали в трещины земной коры и отлагали в них свой ценный груз в виде линзообразных тел или плитообразных жил. Большинство месторождений золота, вольфрама, олова, ртути, сурьмы, висмута, молибдена и других металлов образовалось именно таким путем. Кроме того, установлено, в каких горных породах осаждались из растворов определенные руды. Так, свинцово-цинковые руды чаще встречаются в известняках, а оловянно-вольфрамовые — в гранитоидах.

Очень широко распространены на Земле осадочные месторождения, образовавшиеся в прошедшие века в результате осаждения минерального вещества в водных бассейнах — океанах,

морях, озерах, реках. Таким путем сформировались многие месторождения железа, марганца, бокситов (алюминиевой руды), каменной и калийной солей, фосфоритов, мела, самородной серы (см. стр. 72—73).

В местах древних морских побережий, лагун, озер и болот, где в большом количестве накапливались растительные осадки, образовались месторождения торфа, бурого и каменного угля.

Рудные осадочные месторождения имеют форму пластов, параллельных слоям вмещающих их осадочных горных пород.

Накопление различных видов полезных ископаемых происходило не непрерывно, а в определенные периоды. Так, например, большая часть всех известных месторождений серы образовалась в пермский и неогеновый периоды истории Земли. Массы фосфоритов в нашей стране отложились в кембрийский и меловой периоды, крупнейшие месторождения каменных углей Европейской части СССР — в каменноугольный период.

Наконец, на поверхности Земли в результате процессов выветривания (см. стр. 107) могут возникнуть месторождения глин, каолина, силикатных никелевых руд, бокситов и др.

Геолог, отправляясь на поиски, должен знать, какими горными породами сложен район поисков и какие месторождения скорее всего можно в нем встретить. Геологу должно быть известно, как залегают осадочные горные породы: в какую сторону вытянуты пласты, как они наклонены, т. е. в каком направлении они погружаются в глубь Земли. Это особенно важно учитывать при поисках таких полезных ископаемых, которые отлагались на дне моря или в морских заливах в виде пластов, параллельных пластам горных пород. Так залегают, например, пластовые тела каменного угля, железа, марганца, бокситов, каменной соли и некоторых других полезных ископаемых.

Пласты осадочных горных пород могут лежать горизонтально или быть смятыми в складки. В перегибах складок иногда образуются большие скопления руд. А если складки имеют форму крупных пологих куполов, то в них можно встретить месторождения нефти.

В осадочных породах геологи стараются найти окаменелые остатки животных и растительных организмов, потому что по ним можно определить, в какую геологическую эпоху образовались эти породы, что облегчит поиски полезных ископаемых. Помимо знания состава горных пород и условий их залегания, надо знать поисковые признаки. Так, очень важно найти хотя бы немного рудных минералов. Они часто находятся возле месторождения и могут подсказать, где нужно более тщательно искать руду. Тонкие плитообразные тела (жилы), сложенные нерудными минералами — кварцем, кальцитом и др., нередко располагаются возле месторождения руд. Иногда одни минералы помогают искать месторождения других, более ценных. Например, в Якутии алмазы искали по сопутствующим им ярко-красным минералам — пиропам (разновидность граната).

В местах залегания рудных месторождений часто бывает изменена окраска горных пород. Происходит это под воздействием на породы горячих минерализованных растворов, поднимающихся из недр Земли. Эти растворы проникают по трещинам и изменяют породы: одни минералы они растворяют, а другие отлагают. Зоны измененных пород, образующихся вокруг рудных тел, часто имеют большую про-

Крепкие горные породы в виде гребней возвышаются среди разрушенных более мягких пород.

тяженность и хорошо видны издали. Например, отчетливо выделяются измененные оранжево-бурые граниты среди обычных розовых или серых. Многие рудные тела в результате выветривания приобретают бросающиеся в глаза расцветки. Классическим примером являются сернистые руды железа, меди, свинца, цинка, мышьяка, которые при выветривании приобретают ярко-желтые, красные, зеленые и синие цвета.

Многое могут рассказать геологу-поисковику формы рельефа. Разные горные породы и полезные ископаемые имеют различную крепость. Кусок угля легко разбить, а кусок гранита — трудно. Одни породы от солнца, ветра и влаги быстро разрушаются, и кусочки их сносятся с гор вниз. Другие породы гораздо тверже и разрушаются медленнее, поэтому они возвышаются среди разрушенных пород в виде гребней. Их можно видеть издалека. Посмотрите на фотографию на стр. 94, и вы увидите гребни крепких пород.

В природе есть руды, которые разрушаются быстрее горных пород и на их месте образуются углубления, похожие на канавы или ямы. Геолог проверяет такие места и ищет здесь руду.

С особым вниманием относятся поисковики к древним выработкам. В них добывали руду наши предки несколько столетий назад. Здесь на глубине, куда не могли проникнуть древние рудокопы, или поблизости от древних выработок может находиться месторождение руды.

Иногда о местах залегания руды говорят старые названия поселений, речек, логов, гор. Так, в Средней Азии в названия многих гор, логов, перевалов входит слово «кан», что означает руда. Оказывается, давным-давно здесь находили руду, и это слово вошло в название места. Геологи, узнав, что в районе есть лог или горы, в названии которых есть слово «кан», начинали искать руду и иногда находили месторождения. В Хакассии есть гора Темир-Тау, что в переводе означает «железная гора». Назвали ее так из-за бурых натеков окисленной железной руды.

Железа в горе оказалось немного, но зато геологи нашли здесь более ценную руду — медную.

Когда геолог ведет поиски месторождений в каком-нибудь районе, то он обращает внимание и на водные источники: выясняет, не содержатся ли в воде растворенные минеральные вещества. Зачастую даже небольшие источники

Такие канавы прорывают, чтобы определить, какие породы скрыты под слоем почвы и наносов.

могут рассказать о многом. Вот, например, в Тувинской АССР есть источник, к которому издалека приезжают больные. Вода этого источника оказалась сильно минерализованной. Окружающая источник местность покрыта темно-бурыми ржавыми окислами железа. Зимой, когда вода источника замерзает, образуется лед бурого цвета. Геологи обнаружили, что здесь подземная вода проникает по трещинам в руды месторождения и выносит на поверхность растворенные химические соединения железа, меди и других элементов. Источник находится в труднодоступном горном районе, и геологи долгое время даже не знали о его существовании.

Мы вкратце рассмотрели, что надо знать и на что приходится обращать внимание геологам-поисковикам в маршруте. Из горных пород и руд геологи берут образцы, чтобы затем произвести их точное определение с помощью микроскопа и химического анализа.

ЗАЧЕМ НУЖНА ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И КАК ЕЕ СОСТАВЛЯЮТ

На геологических картах показано, какие породы и какого возраста находятся в том или ином месте, в каком направлении они вытягиваются и погружаются на глубину. На карте видно, что одни породы встречаются редко, а другие тянутся на десятки и сотни километров. Например, когда составили карту Кавказа, то выяснилось, что почти вдоль всего горного хребта тянутся граниты. Много гранитов на Урале, в Тянь-Шане и других горных районах. О чем говорят геологу эти горные породы?

Мы уже знаем, что в самих гранитах и в изверженных породах, похожих на граниты, встречаются месторождения слюды, горного хрусталя, свинца, меди, цинка, олова, вольфрама, золота, серебра, мышьяка, сурьмы, ртути, а в темноокрашенных изверженных породах — дунитах, габбро, перидотитах — концентрируются хром, никель, платина, асбест.

Зная, с какими горными породами связаны месторождения определенных полезных ископаемых, можно обоснованно планировать их поиски. Геологи, составляющие геологическую карту, установили, что в Якутии находятся такие же изверженные горные породы, как и в Южной Африке. Разведчики недр сделали вывод, что в Якутии следует искать алмазные месторождения.

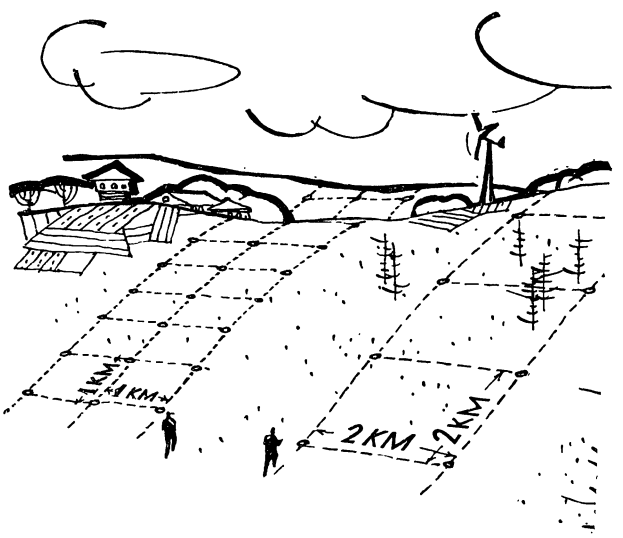
Составление геологической карты — большая и трудная работа. Она была выполнена в основном за годы Советской власти (см. стр. 96—97).

Чтобы составить геологическую карту всего Советского Союза, геологам пришлось много лет исследовать один район за другим. Геологические партии проходили по долинам рек и их притоков, по горным ущельям, взбирались на крутые склоны хребтов.

В зависимости от масштаба составляемой карты прокладываются маршруты. При составлении карты масштаба 1 : 200 000 маршруты геологов проходят на расстоянии 2 *км* один от другого. В процессе геологической съемки геолог берет образцы горных пород и делает в специальной маршрутной тетради записи: отмечает, какие породы встретил, в каком направлении они вытягиваются и в какую сторону погружаются, описывает встреченные складки, трещины, минералы, изменение окраски пород. Таким образом, получается, как показано на рисунке, что геологи как бы разбивают исследуемый район на квадраты, образующие сетку маршрутов.

Часто горные породы бывают закрыты густой травой, таежными дремучими лесами, болотами или слоем почвы. В таких местах приходится раскапывать почву, вскрывая горные породы. Если слой почвы, глины или песка мощный, то бурят скважины, пробивают похожие на колодцы шурфы или делают еще более глубокие горные выработки — шахты. Чтобы не закладывать шурфы, геолог может идти не по прямолинейным маршрутам, а по руслам речек и ручьев, в которых есть естественные обнажения горных пород или породы местами выступают из-под почвы. Все эти выходы пород наносят на карту. И все же на геологической карте, составленной по маршрутам, которые расположены примерно через 2 *км*, показано не все: ведь маршруты находятся на далеком расстоянии один от другого.

Если нужно узнать подробнее, какие породы залегают в районе, то маршруты ведут ближе один от другого. На рисунке слева показаны маршруты, расположенные один от другого на расстоянии 1 *км*. В каждом таком маршруте геолог останавливается и берет образцы горных пород через 1 *км*. В результате составляется геологическая карта масштаба 1 : 100 000, т. е. более детальная. Когда собрали геологические карты всех районов и соединили их, получилась одна большая геологическая карта всей нашей страны. На этой карте



Во время геологической съемки исследуемый район разбивают условной сеткой, по которой геолог ведет свои маршруты.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СССР

ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТА МИРА

видно, что, например, граниты и другие изверженные породы находятся в горных хребтах Кавказа, Урала, Тянь-Шаня, Алтая, Восточной Сибири и других районов. Поэтому месторождения меди, свинца, цинка, молибдена, ртути и других ценных металлов нужно искать именно в этих районах.

К западу и востоку от Уральского хребта — на Русской равнине и в пределах Западно-Сибирской низменности — распространены осадочные породы и отложившиеся с ними полезные ископаемые: уголь, нефть, железо, бокситы и др.

В местах, где уже обнаружены полезные ископаемые, поиски ведутся еще тщательнее. Геологи ходят по линиям маршрутов, расположенным на расстоянии 100, 50, 20 и 10 *м* один от другого. Эти поиски называются детальными.

На современных геологических картах масштабов 1 : 100 000, 1 : 50 000 и более крупных нанесены все породы с указанием их геологического возраста, с данными о крупных трещинах (разломах в земной коре) и выходах руды на поверхность.

Геологическая карта — верный и надежный помощник поисковика, без нее находить месторождения очень трудно. С геологической картой в руках геолог уверенно идет в маршрут, потому что знает, где и что нужно искать.

Ученые много думали о том, как облегчить и ускорить поиски руды, и разработали для этой цели различные методы исследования недр Земли.

ПРИРОДА ПОМОГАЕТ ИСКАТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Представьте себе, что геологи ведут поиски в глухой, дремучей тайге Восточной Сибири. Здесь горные породы закрыты почвенным слоем и густой растительностью. Лишь изредка среди травы возвышаются небольшие скалы горных пород. Природа, кажется, сделала все, чтобы спрятать от человека свои богатства. Но, оказывается, кое в чем она просчиталась, и этим пользуются геологи.

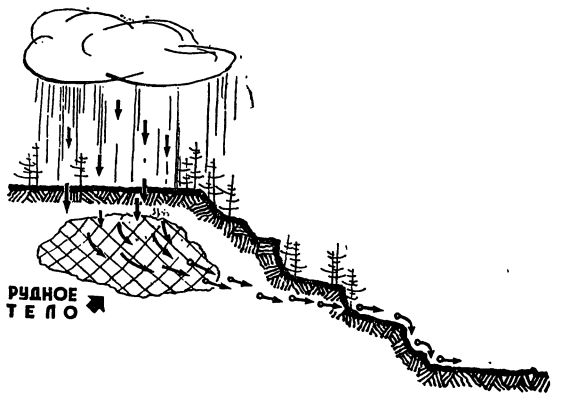
Мы знаем, что дождь, снег, ветер и солнце постоянно и неутомимо разрушают горные породы, даже такие крепкие, как гранит. За сотни лет реки пропиливают в гранитах глубокие ущелья.

Разрушительные процессы приводят к тому, что в горных породах появляются трещинки, кусочки пород отваливаются и скатываются вниз, некоторые обломки попадают в ручейки и выносятся водой в речки. А в них эти кусочки перекатываются, округляются в гальку и передвигаются дальше, в более крупные реки. Вместе с горными породами разрушаются и залегающие в них руды. Кусочки руды сносятся в реку и перемещаются по дну ее на большие расстояния. Поэтому геолог при поисках руд просматривает камешки, которые лежат на дне реки. Кроме того, он берет пробу рыхлой породы из русла речки и в похожем на корыто лотке промывает ее водой до тех пор, пока все легкие минералы будут смыты и на дне останутся только крупинки самых тяжелых минералов. Среди них могут быть золото, платина, минералы олова, вольфрама и других элементов. Такая работа называется промывкой шлихов. Продвигаясь вверх по течению реки и промывая шлихи, геолог в конце концов определяет, откуда вынесены ценные минералы, где находится месторождение руд.

Шлиховой метод поисков помогает находить полезные ископаемые, которые химически устойчивы, имеют значительную прочность, не истираются, а сохраняются после длительного переноса и перекатывания в речках. А что делать, если минералы мягкие и, как только попадают в бурную горную речку, сразу же растираются в порошок? Таких, например, длинных путешествий, как проделывает золото, не выдерживают минералы меди, свинца, цинка, ртути, сурьмы. Они не только превращаются в порошок, но и частично окисляются и растворяются в воде. Понятно, что геологу тут поможет не шлиховой, а другой способ поисков.

ХИМИЯ И ГЕОЛОГИЯ

После дождей и таяния снега часть воды по трещинам в горных породах проникает в глубь Земли. Даже в крепких горных породах под почвой всегда очень много мелких трещин, которые вытянуты в различных направлениях и соединяются между собой. По ним воды просачиваются и медленно движутся под землей в пониженные места, где часто выходят в виде источников — ключей. Эта вода не всегда так чиста, как кажется на вид. Когда вода проходит по трещинам в рудных телах, она частично растворяет химические соединения меди, цинка никеля, молибдена и других металлов и выно-



Вода проникает по трещинам в рудное тело и выносит из него на поверхность химические соединения металлов.

сит их на поверхность. Если набрать из источника воды и сделать химический анализ растворенных в ней веществ, то можно определить присутствие металлов и их концентрацию. Исследуя воду из разных источников, можно выяснить, в каком из них больше металлов. Значит, последний источник находится ближе других от месторождения полезного ископаемого.

Химия нужна геологу для точного определения минералов. Например, он нашел кусок рыхлой породы, в которой виден какой-то красный порошок. Что это такое? Минерал ртути — киноварь или окисленное железо? Они могут быть похожи по цвету. Определяя на глаз, можно ошибиться, а вот химический анализ поможет получить правильный ответ. Например, в Америке разрабатывали одно из месторождений слюды и при этом породу, похожую на белый кварц, в течение длительного времени выбрасывали. Когда сделали химический анализ «отходов», то оказалось, что выбрасывали ценный минерал берилл.

Зная объем рудной залежи и содержание в ней металла, выявленного путем химических анализов, определяют запасы месторождения.

Химия помогает и в тех случаях, когда кажется, что искать месторождение совсем невозможно. Представьте себе равнины Казахстана, где воды почти нет, руды на поверхности нигде не заметно, а всюду видны только раскаленные солнцем граниты и другие горные породы. Здесь геологи проходят параллельными маршрутами и берут через 50, 100 или 200 *м* куски пород. Набирают образцов очень много и затем делают химический анализ, а чаще — более быстрый, но менее точный — спектральный анализ. При спектральном анализе исследуемый минерал растирают в порошок и сжигают в пламени вольтовой дуги особого прибора — спектрографа. Свет от пламени вольтовой дуги проходит через стеклянную призму и разлагается, образуя спектр. Далее световые лучи попадают на стеклянную пластинку и фотографируются на ней. В зависимости от того, в каком месте на пластинке получаются линии спектра и какую ширину они имеют, определяют, какие химические элементы и сколько их находится в исследуемой пробе.

Так узнают, в каком месте в породах содержится больше всего металлов.

На глаз и даже в микроскоп, который увеличивает в десятки раз, рудные частицы иногда не видны; содержатся они в очень и очень малых количествах — обычно тысячных долях процента. Такие количества можно определить только с помощью точного анализа.

Ученые установили, что вокруг рудных месторождений в горных породах рассеяно рудное вещество, количество которого уменьшается по мере удаления от месторождений. Распределение рассеянного рудного вещества вокруг месторождения показано на рисунке (стр. 103). Рудные частицы (они изображены точками) собираются возле залежи, как пчелы около своего улья: чем ближе к улью, тем их больше.

Допустим, что с помощью анализов удалось установить, что в породах всюду содержится 0,001% металла, а на одном каком-то участке его 0,002%. Следовательно, руду нужно искать там, где замечена повышенная «зараженность» участка металлом.

ГЕОЛОГАМ ПОМОГАЮТ РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫЕ

Корни многих трав и особенно корни деревьев глубоко проникают в почву, откуда высасывают воду. В ней бывают растворены рудные минералы. Растения всасывают воду вместе с растворенными в ней веществами. Поэтому-то геологи собирают травы, листья, кору деревьев, высушивают собранный материал, а потом сжигают его. Получается зола, в которой содержатся разные минеральные вещества. С помощью химических или других анализов узнают, какие вещества содержатся в золе и сколько их. Когда сделают все анализы (а их нужно очень много!), то выяснится, в каких местах растения получают с водой много минеральных

веществ и где под слоем почвы нужно искать руду.

Кроме того, некоторые растения предпочитают почву с определенными химическими элементами. Так, на Алтае и в Казахстане встречается растение качим Патреца. Оказывается, оно произрастает на почвах, обогащенных медью. Заросли качима указывают на существование в этом месте медного оруденения под почвой. Для обогащенных цинком почв характерны растения «цинковые» фиалки. Таких металлолюбивых растений известно много.

Два вида астрагала (травы и кустарники из семейства бобовых) и один вид лебеды растут на почвах, содержащих уран.

В других случаях, наоборот, над месторождениями определенные виды растений не растут, хотя в этом районе они распространены. Так, например, в дубравах Заволжья над месторождениями серы нет деревьев. В Трансваале (Южн. Африка) над платиноносными перидотитами (черно-зелеными изверженными породами) растительность вообще отсутствует или встречаются только малорослые, как говорят ботаники, угнетенные, формы.

Животные также в некоторых случаях помогают в поисках месторождения. Например, первые месторождения якутских алмазов «помогла» найти лиса. Роя нору, она выбрасывала вместе с землей мелкие камешки, а среди них оказался ярко-красный минерал — пироп, который образуется и залегает вместе с алмазом. Найдя этот минерал, геологи увереннее продолжали поиски и нашли поблизости месторождение.

В местах, закрытых слоем почвы, геологи осматривают камешки, которые выбрасывают из своих нор суслики, лисы и другие животные.

ФИЗИКА И ГЕОЛОГИЯ

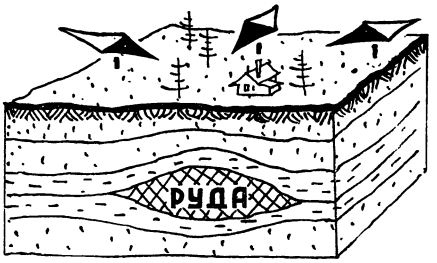
Кажется, что физика и геология довольно далекие друг от друга науки. Но если бы геологам не помогала физика, то не были бы открыты многие месторождения железа, нефти, меди и других полезных ископаемых. Появилась новая наука — геофизика, которая изучает физические свойства Земли и физические процессы, происходящие в ней.

Геофизики используют приборы, с помощью которых невидимое становится видимым. Так, например, у человека нельзя простым глазом увидеть сердце, а с помощью рентгеновского аппарата это сделать очень просто. Так же и в геологии: то, что под землей не увидит глаз, «увидят» сложные геофизические приборы. Эти приборы отмечают различие в магнитных, электрических и других свойствах горных пород и руд.

МЕСТОРОЖДЕНИЕ — МАГНИТ

Вы знаете, что вокруг магнита всегда есть невидимое магнитное поле.

Если стрелка компаса отклоняется от обычного положения, как показано на рисунке, это значит, что в глубине Земли есть залежи железных руд, которые притягивают ее. И в какое бы место мы ни перенесли компас, стрелка будет показывать в сторону рудной залежи. Так же ведет себя и магнитная стрелка аэромагнитометра, установленного на самолете, который пролетает вблизи рудной залежи.



Залежь железных руд притягивает магнитную стрелку.

По отклонению магнитной стрелки от обычного положения были найдены крупнейшие запасы железных руд в районе Курска и некоторых других местах. Если руды немного или она залегает на большой глубине, то обычная магнитная стрелка ее не «почувствует»; в таких случаях применяют другие, более тонкие и сложные физические приборы.

Но сильными магнитными свойствами обладают только железные руды. Многочисленные полезные ископаемые немагнитны, и для их поисков магнитная стрелка непригодна.

ГРАВИМЕТРИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА

Все мы знаем, как велика сила земного тяготения, и не раз ощущали это на себе. Мы всегда падаем не вверх, а вниз, потому что нас притягивает Земля.

Сила тяготения действует на Земле всегда и всюду, но величина ее неодинакова. Чем тяжелее предмет, тем сильнее он к себе притягивает. В глубине Земли и в горах находятся породы и руды, которые сильно различаются по своей плотности. Например, кусок свинцовой, медной, вольфрамовой, цинковой руды в полтора-два раза тяжелее, чем вес такого же по объему куска гранита или мрамора. Значит, руда и притягивает к себе сильнее, чем залегающая рядом с ней порода. А соль или гипс имеют значительно меньшую плотность, поэтому над залежами солей величина силы притяжения будет меньше. Можно искать рудные месторождения по изменению величины силы притяжения. Для этого созданы специальные приборы, которые определяют, в каком месте какая сила тяготения. Прибор, которым измеряют эту силу, называется гравитационным[1] вариометром. Такой прибор состоит из коромысла, которое подвешено на тонкой кварцевой нити. На концах коромысла находятся два шарика — один закрепляется непосредственно на одном конце коромысла, а другой — на длинной нити, прикрепленной к другому ее концу. Когда прибор находится вблизи тяжелой массы, например рудной залежи, то шарик, подвешенный на нити, притягивается к залежи, поворачивает коромысло, а вместе с ним и кварцевую нить, на которой подвешено коромысло. Зная, в каком направлении и насколько повернется коромысло, преодолевая сопротивление упругой кварцевой нити, можно определить, в каком месте находится залежь и велика ли она.

Перемещая прибор по поверхности и производя замеры в различных участках, можно с достаточной точностью определить положение и даже форму рудной залежи.

Подземные залежи тяжелых руд и горных пород, обладающих повышенной плотностью, могут быть найдены и с помощью специального, очень чувствительного маятника, который вблизи тяжелых масс начинает качаться быстрее.

Гравитационные вариометры в настоящее время широко применяются при поисках руд. Способ, с помощью которого удалось сделать этот прибор, предложил 200 лет назад М. В. Ломоносов. Гравиметрическим способом открыто уже много рудных залежей.

[1] От слова «гравитас» — тяжесть. Гравиметрия — наука, изучающая изменение ускорения силы тяжести в различных точках Земли.

А что делать, если полезные ископаемые не тяжелее горных пород или руды так мало, что ее не может обнаружить и гравитационный вариометр, да и руда немагнитная?

Тогда геологи ищут месторождения с помощью электрического тока.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ИЩЕТ

Электричество помогает человеку во многом: приводит в движение машины, станки, дает свет и тепло.

Многие руды — хорошие проводники. Это их свойство используется при поисках месторождений. Там, где есть основание предполагать, что на глубине находится рудное тело, проводят разведку электрическим током. Для этого в землю забивают два железных кола, расположенных один от другого на расстоянии 30—50 *м*. От кольев идут провода к измерительному прибору. Электрический ток течет от батареи к одному из кольев, далее проходит через землю и доходит до другого колышка, а от него по проводу возвращается к прибору. Из физики мы знаем, что, чем больше сопротивление вещества, тем меньше сила тока. И вот, проводя исследования в разных местах и отмечая показания прибора, можно определить, что на одном участке сила тока небольшая. Значит, здесь залегают граниты, мраморы, глины, пески, т. е. породы с большим сопротивлением. А на другом участке сила тока оказалась большей, поэтому возможно, что ток прошел через руду, сопротивление которой меньше. В этих местах можно вести поиски руды.

Если грунтовые воды с растворенными в них слабыми кислотами соприкасаются с рудой, то возникают естественные электрические токи. Измеряя силу этих токов в горных породах, окружающих рудную залежь, определяют положение залежи.

Но есть руды, которые не проводят электричество, не обладают и магнитными свойствами. Как искать эти руды? Оказывается, что и в таком случае геофизики помогают геологам.

РАЗВЕДКА ВЗРЫВАМИ

Опустите в стакан с чаем ложку, и вам покажется, что в чае она как бы переломилась. Это явление объясняется преломлением лучей

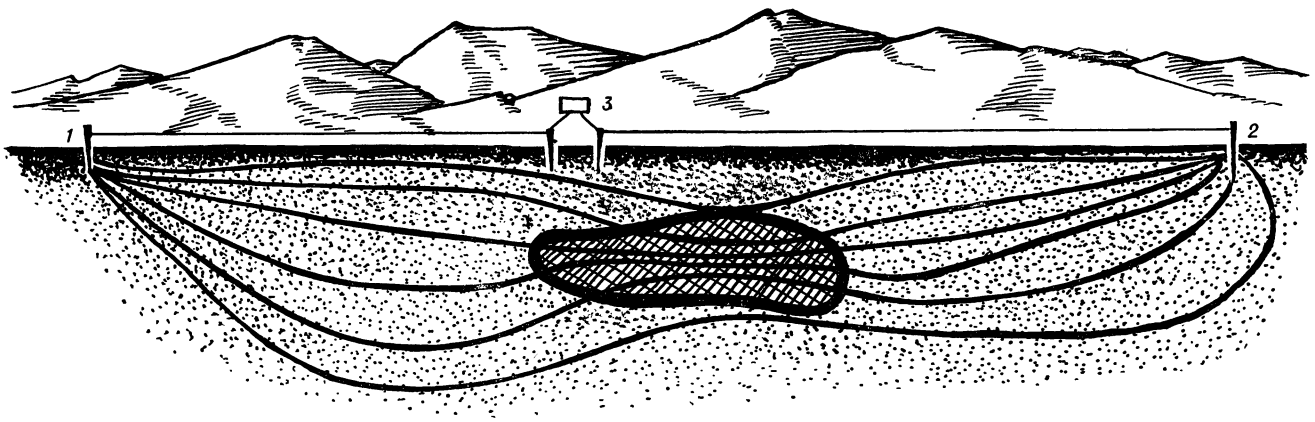


Схема электроразведки: *1, 2, 3*— электроды. Через крайние электроды ток проникает в землю. Электроды в середине ведут к измерительному прибору. Линии тока изменяют направление и сгущаются возле рудного тела.

света, попадающих из атмосферы в более плотную среду — воду. Вы видите не только верхнюю часть ложки и поверхность воды, но и более глубоко расположенную часть ложки, а также дно стакана. Часть лучей отражается от поверхности воды, а часть, преломившись, проходит глубже и отражается от ложки и дна стакана.

Солнечные лучи просвечивают воду насквозь. А можно ли «просветить» насквозь землю и получить отражение от пород, находящихся на различных глубинах? Оказывается, можно с помощью искусственных землетрясений. Этот способ основан на том, что сейсмические волны (см. стр 114) с разной скоростью проходят через породы различной плотности.

От места взрыва сейсмические волны идут через горные породы вглубь до тех пор, пока не встретят породы иного состава. При этом часть волн, преломившись, пойдет дальше вглубь, а часть отразится от границы этих пород и придет на поверхность Земли, как луч света, отраженный в стакане от чайной ложки. Возвратившиеся волны улавливаются приборами — сейсмографами.

Геофизики определяют, сколько времени шли эти волны, а затем вычисляют, на какой глубине и от пород какой плотности волны отразились. Немного позже на поверхность возвращаются волны, отразившиеся от более глубоких слоев. Определяют и их глубину проникновения. Так получают сейсмограмму — запись показаний сейсмографов. По ней узнают, на какой глубине залегают какие породы и лежат ли они горизонтально или образуют складки.

Мы коротко рассмотрели разные способы геофизических поисков руды. Эти способы применяют, когда ищут самые различные полезные ископаемые. Для поисков радиоактивных руд применяют свой особый способ, потому что у этих руд есть присущие только им свойства: радиоактивные руды постоянно выделяют мельчайшие, но очень активные частицы. Ученые создали сложные приборы — р а д и о м е т р ы, которые «чувствуют» удары этих частиц и дают сигналы о них: на приборах зажигаются лампочки, отклоняется стрелка или раздается звуковой сигнал. Поднося этот прибор к разным породам, можно «нащупать» участки, в которых залегает радиоактивная руда.

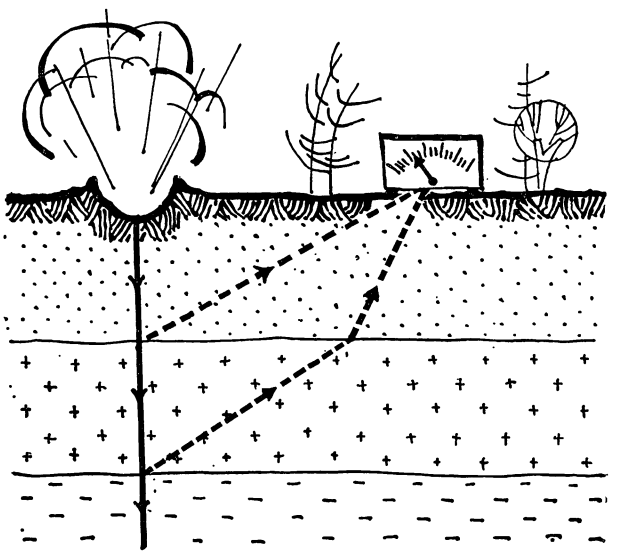


Схема сейсмической разведки.

НАЙТИ МЕСТОРОЖДЕНИЕ — ЭТО ЕЩЕ НЕ ВСЕ

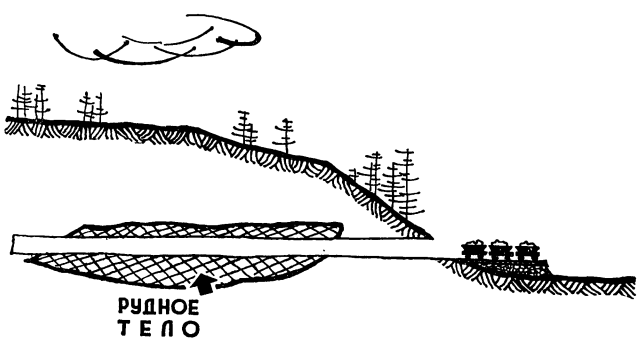
Когда геологи нашли месторождение полезного ископаемого, то начинается следующий этап работы — р а з в е д к а. Она необходима, чтобы определить размер месторождения: достаточно ли в нем полезного ископаемого для организации добычи или это мелкие рудные тела, которые не имеет смысла разрабатывать. Необходимо установить форму и размеры рудных тел, содержание в них полезных ископаемых и глубину залегания.

Разведочные работы позволяют получить в большом количестве образцы руд из различных частей рудного тела, потому что разведочные выработки прорезают рудные тела во многих местах. По этим образцам, или пробам, геолог определяет, из каких полезных ископаемых состоит руда и имеются ли нежелательные примеси.

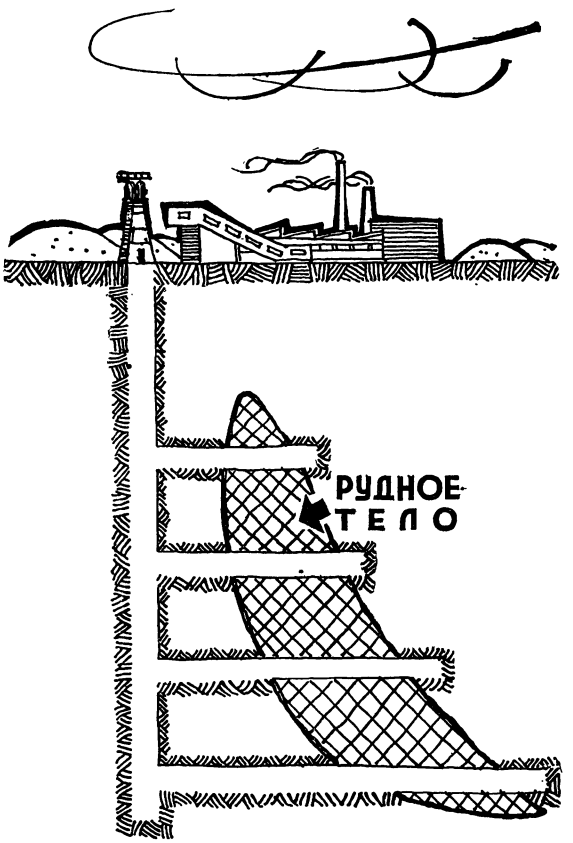
Разведочные работы начинаются с составления подробной геологической карты месторождения. После составления карты проводится разведка месторождения с помощью горных работ и буровых скважин.

Если рудные тела находятся вблизи поверхности и закрыты лишь почвенным слоем или другими маломощными наносами, то роют на определенном расстоянии одна от другой канавы глубиной 1—2 *м*. Но если рудная залежь закрыта наносами, мощность которых достигает 5—10 *м* и больше, то копают похожие на колодцы горные выработки — шурфы. Стенки их укрепляют деревянными брусьями и досками, чтобы рыхлые породы не завалили выработку и людей. Шурфы располагаются в строгом порядке на определенном расстоянии один от другого, так чтобы вскрыть все рудное тело.

Если рудные скопления расположены в горном хребте или в горе с крутыми склонами, то



Штольня пересекает рудное тело.



Шахта.

месторождение вскрывают горизонтальной горной выработкой — штольней (похожей на тоннель), которая протягивается внутрь горы со стороны ее крутого склона. Штольня прорезает горные породы на 100—200 *м* или больше — до тех пор пока не пересечет рудное тело. Затем из штольни через равные промежутки в рудном теле поперек его от одного конца до другого пробиваются более мелкие выработки.

Если рудное тело залегает не горизонтально, а наклонно или вертикально, то в горе на разных уровнях пробивается еще одна или несколько штолен. В результате все месторождение оказывается пересеченным насквозь сетью горных выработок на разных уровнях. Благодаря этому выясняется форма рудного тела.

В равнинной местности рудные тела могут залегать на глубине 100—200 и более метров. В таких случаях пробивают шахты. В них для спуска людей и подъема руды устраивают специальные лифты — клети. В шахтах на разных уровнях через определенные расстояния пробивают горизонтальные горные выработки в сто-

рону рудного тела. От них, как и от штолен, примерно через равные промежутки проходят мелкие выработки, пересекающие насквозь рудное тело.

Из каждой выработки в нескольких местах берут пробы руды, чтобы узнать, сколько полезного ископаемого содержится в каждом рудном участке и по всему рудному телу в среднем. Зная объем рудного тела и среднее содержание в нем полезного ископаемого, определяют общие запасы месторождения.

Для разведки рудных залежей широко применяется бурение скважин. Производится оно специальной (колонковой) трубой с алмазной коронкой, которая, вращаясь, постепенно высверливает твердую породу. В трубе остается столбик породы — керн. По нему узнают, какие породы залегают в глубине и где расположено рудное тело. Бурение колонковой трубой обычно производится на глубину в сотни, а иногда свыше 1000 *м*.

Бурить можно тяжелым стальным долотом, подвешенным на тросе. Его поднимают, и долото под тяжестью собственного веса дробит породу десятки и сотни раз. В горных породах образуется похожее на нору отверстие глубиной в десятки метров. При таком бурении (его называют ударным) извлекают через определенные интервалы раздробленный материал. Исследуя его, определяют, какие пробурены породы, а если обнаружена руда, то узнают, какая она и сколько в ней содержится ценных для промышленности металлов.

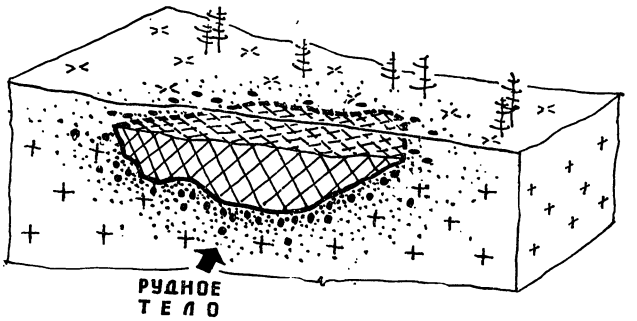
При разведке нефтяных залежей приходится иногда бурить скважины свыше 3 *км* глубины.

С помощью бурения можно быстро разведать рудную залежь. Но не всегда бывает достаточно тонкого столбика керна руды, чтобы уверенно судить о распространении и качестве руды.

Горные работы дают значительно более полные данные о месторождении.

Зачастую горные работы и бурение скважин проводят на одном и том же месторождении, особенно если рудная залежь большого размера. Канавами и шурфами вскрывают верхнее окончание рудной залежи, штольнями или шахтой — центральную часть, а скважинами — глубокие горизонты. Таким образом удается правильно подсчитать запасы полезного ископаемого.

Часто скважины бурят возле известных месторождений, чтобы найти новые рудные тела. Как правило, на одном участке группируется несколько рудных тел. Ненапрасно еще древние рудокопы говорили: «Ищи руду возле руды», т. е. новое рудное тело ищи возле уже найденного.



Распределение рассеянного рудного вещества вокруг месторождения.

А МОЖНО ЛИ ОБОЙТИСЬ БЕЗ ГЕОЛОГОВ

Мы познакомились с тем, какие точные и чуткие приборы помогают искать руду, скрытую на большой глубине. Может быть, руду можно искать только приборами, без геологов? На этот вопрос надо ответить отрицательно. Ведь геологи указывают, в каких районах нужно искать и какие руды можно найти, а значит, и какие приборы следует использовать. Известно, что хром и никель нужно искать в темно-зеленых и черных тяжелых породах (дунитах, перидотитах и др.). В них почти никогда не бывает месторождений золота и вольфрама. Искать алмазы в Крыму бесполезно, так же как нет смысла искать хром в Поволжье. Геологи знают все современные способы поисков и, прежде чем выехать в экспедицию, намечают, где именно и что будут искать и какими способами.

На службу геологии поступают все более усовершенствованные машины и приборы, помогающие быстро обнаруживать месторождения. Для поисков руды в последнее время все чаще применяются самолеты и вертолеты с установленными на них геофизическими приборами. Эти приборы определяют положение скрытых на глубине залежей полезных ископаемых. Кроме того, с самолетов фотографируют районы поисков и получают аэрофотоснимки, которые намного облегчают поиски геологам.

КАК ОБРАЗУЮТСЯ И РАЗРУШАЮТСЯ ГОРЫ

Многие читатели Детской энциклопедии живут в горных районах или видели горы во время поездок по стране. А если кому-нибудь не приходилось быть в горах, то он видел их на фотографиях, в кино, на экране телевизора и знает о них также по рассказам и описаниям. Как же образуются горы? Почему в одних местах горы есть, а в других — нет?

На человека, который видит горы впервые, они производят сильное, неизгладимое впечатление. Представьте себе долгое путешествие по однообразной, плоской равнине Средней Азии: сначала степь, потом пустыня, затем хлопковые поля — и вот вдали на горизонте появляется неровная полоска белых облаков. Но это не облака: это снежные вершины. Мы подъезжаем ближе. Вот уже предгорья. Местность повышается, дорога начинает петлять между холмами. Склоны становятся круче, появляются обнаженные отвесные скалы, воздух все чище и прохладнее, реки стремительно и шумно бегут по ущельям... Горы! Каждая вершина неповторима, каждый поворот ущелья манит к себе, хочется узнать, что там дальше, выше. Какие-то незнакомые нам, жителям равнин, камни, какое-то странное, хаотическое нагромождение скал, а еще выше — вечные снега, ледники, холодный, кристально чистый воздух.

Хорошо в горах, удивительно хорошо! Откуда же такое чудо, откуда же взялись горы?

Попытаемся разобраться, как они построены, из чего состоят, и тогда будет яснее, как они образовались.

Вот мы на вершине. Из чего состоят здесь горные породы? Приглядимся внимательнее к скале. Оказывается, это не сплошная (монолитная) масса, а множество более или менее толстых слоев какой-то породы. Ударим молотком по одному из этих слоев. Вдруг, к нашему изумлению, на свежем сколе породы ясно виден отпечаток раковины: видна вся ее форма, характерные ребрышки. При удаче из породы можно выколотить иногда и всю раковину целиком. И если вы наблюдательны, то сразу заметите, что где-то уже встречали такие раковины или похожие на эту. Да, вот где: на берегу моря! Только там, на морском берегу, раковина была панцирем живого существа, а здесь, в слоях горной породы, она мертва, она окаменела. А рядом — другая такая же раковина, а потом — третья и т. д.

И мы обнаруживаем, что вся порода в сущности состоит из таких раковин. Эта порода называется известняком.

Как же могло случиться, что раковины морских животных оказались высоко в горах, в тысяче километров от моря? Можно сделать единственное предположение: когда-то, очень давно, на месте этих гор было море. Шли годы, на дне его слой за слоем накапливались раковины отмирающих животных, а затем морское дно поднялось так высоко, что море отступило. Теперь только по остаткам живших в нем организмов можно узнать, что оно когда-то было здесь.

Известняк состоит из окаменевших морских ракушек (под микроскопом).

Горные породы морского происхождения встречаются на различных уровнях в горах. Значит, участки Земли, которые раньше были дном моря, в дальнейшем поднялись, и притом на различную высоту.

Теперь посмотрим, как лежат в горах слои горных пород. Оказывается, они наклонены и изогнуты. Слои песков, глин, известняков, которые мы видим на равнинах, как правило, лежат горизонтально, так, как они отлагались в какие-то далекие времена. А здесь, в горах, слои измяты и образуют сложные складки. Какой-то слой в одном месте поднимается вверх, затем постепенно перегибается, образуя свод, и опускается вниз, далее — другая такая же складка, и в сущности вся горная возвышенность состоит из таких смятых, изогнутых, а местами даже разорванных слоев горных пород.

Значит, участок Земли, который испытывал поднятие, одновременно коробился, сминался, деформировался, изменял свою структуру (строение).

Посмотрите внимательнее, из каких пород сложены слои в горах. Не отличаются ли эти породы чем-либо от тех, которые встречаются на равнинах? На равнинах это рыхлые пески, мягкие глины или какие-либо другие породы, еще не затвердевшие и не уплотнившиеся, т. е. со всеми признаками их происхождения, неизмененные или слабо измененные осадки морей или рек. В горах они уплотнены, прочнее, крепче. Слоев песка здесь нет. Он превратился в песчаник, а глина — в глинистый сланец. Известняки стали такими прочными, что звенят от удара молотка, а местами их и известняками нельзя назвать, это скорее уже мраморы. Следовательно, процесс поднятия и деформации слоев сопровождался изменением горных пород. Они, как говорят, «метаморфизованы», и прежний вид осадка, из которого они образовались, порой трудно себе представить (см. стр. 74).

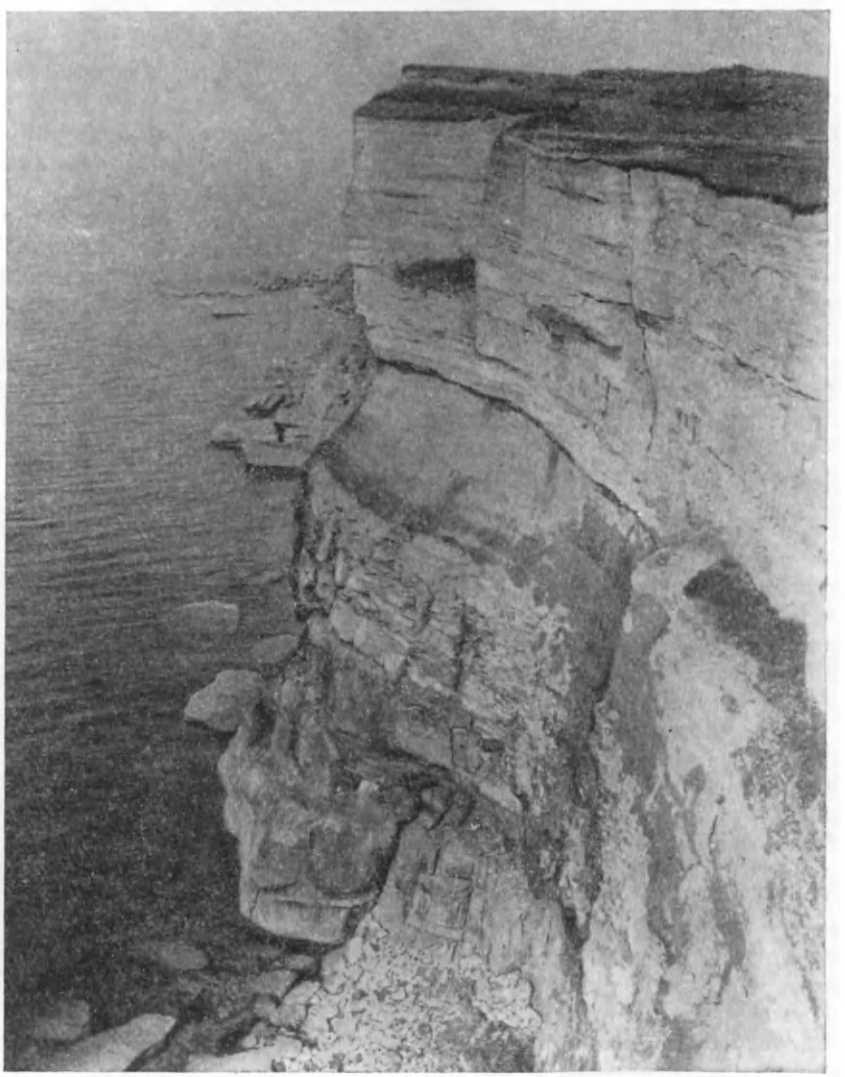
На равнинах мы встречаем, как правило, рыхлые осадочные породы. А в горах зачастую породы совсем другого вида и происхождения: прочные кристаллические массы, такие, как всем известные гранит и базальт. Эти породы никогда не были осадком на дне моря. Они образовались из расплавленной магмы, которая поднялась из глубоких недр Земли и затем застыла. И сейчас можно наблюдать такой процесс во время вулканических извержений. Такие породы называются изверженными или магматическими (см. стр. 71).

Осадочные породы, которые встречаются на равнинах, залегают относительно тонким слоем — в несколько сот метров, а глубже, под ними, лежат древние породы (магматические и метаморфические). Они образуют кристаллический фундамент, сложенный очень древними метаморфическими и кристаллическими горными породами, измятыми в сложные складки.

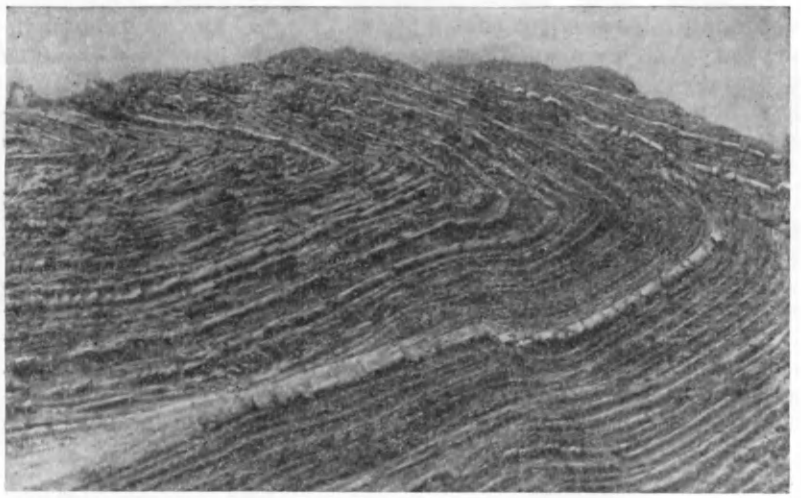
Если же измерить общую толщину осадочных пород в горах, то окажется, что она очень велика: несколько километров.

Что же можно сказать о том, как возникли и как развиваются горы?

Бóльшая часть суши — равнина. Она малоподвижна. Ее поверхность обычно ровная либо слабо волнистая, слегка наклоненная в одну сторону. Так, например, обширная Западно-Сибирская низменность имеет слабый наклон к северу, в сторону Северного Ледовитого океана, а Прикаспийская равнина — к югу. На протяжении мно-



На равнинах слои горных пород залегают горизонтально.



Слои горных пород смяты в складки.

гих миллионов лет такие участки испытывали лишь самые незначительные движения, горы здесь не образуются. Но на Земле есть другие участки, которые, наоборот, отличаются большой подвижностью. Сначала, как правило, они покрыты морем. На дне моря отлагаются различные осадки: пески, илы, скопления ракушек. Казалось бы, море должно быстро заполниться этими осадками. Но этого не происходит, потому что дно такого моря медленно опускается вместе с осадками, которые его покрывают. Так продолжается много миллионов лет. За это время здесь накапливаются огромные толщи осадков. Затем наступает новый период в развитии данного участка. В нем начинаются интенсивные движения. Накопившиеся до этого момента слои осадочных пород изгибаются, рвутся, уплотняются и растрескиваются; сквозь разрывы трещин снизу проникает магма; и весь участок поднимается, образуя на поверхности Земли горы.

Как только море ушло и вместо него появилась горная возвышенность, сразу начинают воздействовать на ее поверхность дождевые воды, реки, ветер и другие внешние силы. Они разрушают горы и создают сложный рельеф.

Откуда же берутся те силы, которые способны приподнять и изогнуть такие мощные толщи осадков и создать горы? Этот вопрос пока еще окончательно не разрешен. Можно думать, что главную роль играют следующие факторы: тяжесть, теплота, силы космического происхождения и др.

Сила тяжести. По форме Земля — почти правильный шар. Такая форма объясняется тем, что все частицы Земли притягиваются друг к другу и к ее центру и вследствие этого располагаются симметрично относительно центра, т. е. в форме шара. Кроме того, более тяжелые массы горных пород стремятся опуститься, более легкие — подняться. В масштабе всей Земли это приводит к деформации отдельных участков, образованию складок в слоях горных пород, появлению гор и впадин.

Теплота. Внутренние части Земли сильно нагреты и, вероятно, продолжают разогреваться в связи с распадом радиоактивных веществ. Породы внутри земного шара из-за высокой температуры почти расплавлены или даже в некоторых местах жидкие. Это облегчает перемещение вещества в недрах Земли. Тепло распределено в Земле неравномерно, и отсюда возникают дополнительные силы, которые могут вызвать перемещение масс.

Силы космического происхождения, т. е. влияние на Землю Луны, Солнца и других тел солнечной системы. Под их воздействием Земля как планета испытывает постоянно меняющееся напряжение, и это

Причудливые скалы образовались в результате многовекового действия ветров, дождевых вод, микроорганизмов, смены температур.

опять ведет к возникновению движений во всей толще Земли. Одним из примеров этих движений являются приливы и отливы, но не только в водах океана, а и во всем «теле» Земли.

Есть и другие силы. Пока трудно сказать, какая из этих сил играет главную роль. Но подсчеты показывают, что в недрах Земли таятся действительно огромные силы, способные не только создавать горы, но и передвигать материки.

И в настоящее время процесс развития многих горных систем совсем не закончился. И сейчас они продолжают расти, их строение усложняется. Яркие примеры современной деятельности внутренних сил — землетрясения и действующие вулканы.

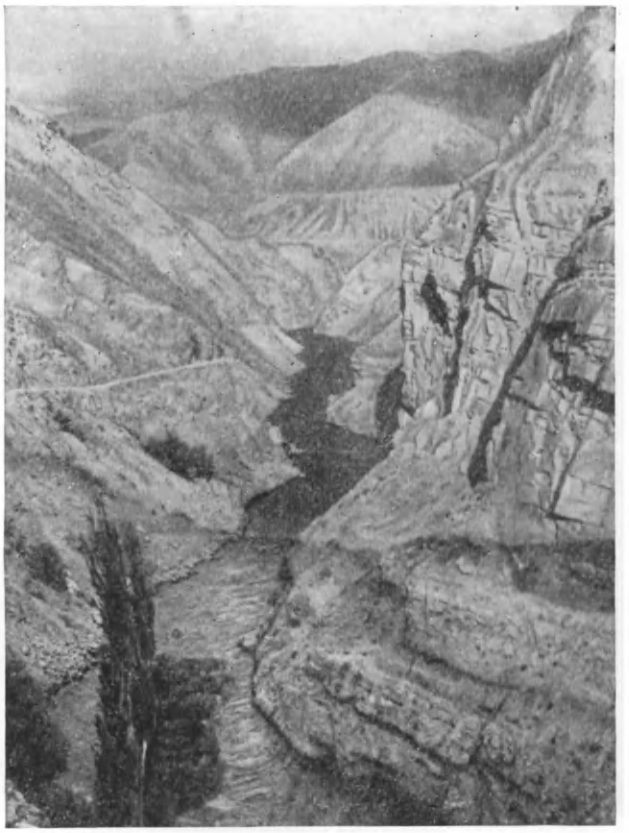
Наблюдая извержения вулканов, мы видим, как магма поднимается из глубин Земли и в виде лавы изливается на поверхность. Во время сильных землетрясений можно непосредственно видеть, как изменяется при подземных толчках облик поверхности Земли: образуются трещины, одни участки опускаются, а другие поднимаются.

Есть и другие способы, при помощи которых можно обнаружить, что горы развиваются; например, наблюдения за речными террасами.

Каждая река, протекающая в горах и спускающаяся в равнину, разрабатывает свою долину. Если горный хребет поднимается, то реки вынуждены углублять свои русла. Они глубоко врезаются в толщу горных пород и образуют ущелья с крутыми склонами. Но следы прежнего уровня реки местами сохраняются, и их можно обнаружить на склонах гор на различной высоте. Такие остатки прежних долин, расположенные выше русла современной реки, и называются террасами. Они свидетельствуют о том, что процесс образования горных систем продолжается и в наше время. Речные долины равнин тоже имеют террасы, но их высота невелика.

Мы узнали, как создаются горы. А как же они разрушаются? В разрушении гор непрерывно участвуют разнообразные внешние силы.

Процесс разрушения начинается с поверхности. Днем скала нагревается солнцем. Ночью остывает. При нагревании камни расширяются, при остывании — сжимаются. День за днем, год за годом такие колебания температур приводят к тому, что скала растрескивается. В трещины проникает вода. В морозные дни она замерзает и лед с большой силой раздвигает трещины. В них проникают корни растений и тоже с огромной силой давят на стенки.



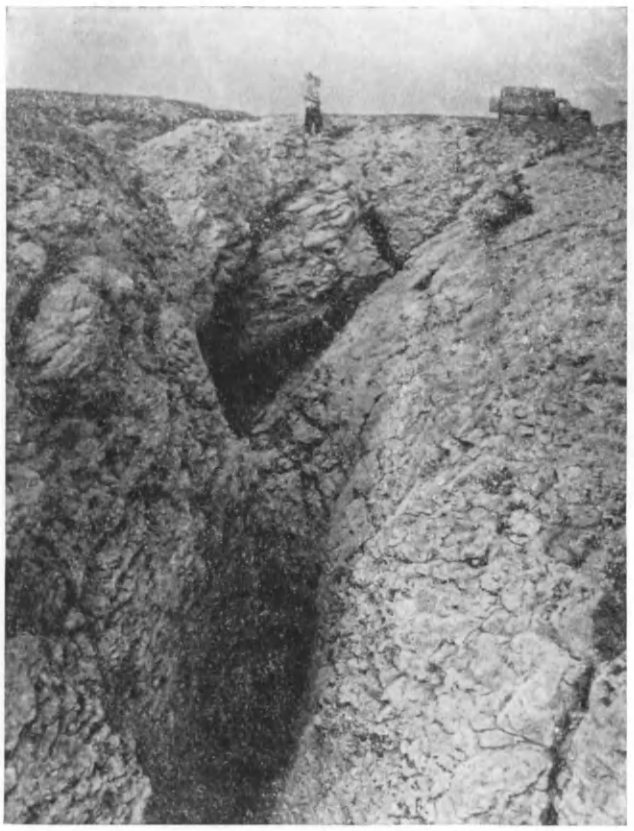
Реки — основная сила, разрушающая горы. Они размывают даже самые прочные породы. Эта река непрерывно углубляет свое русло и «пропиливает» горные породы.

Растения, прикрепляясь к грунту, высасывают из него вместе с влагой соли, нужные им для питания, и постепенно разъедают поверхность скалы и расширяют трещины. К этому присоединяется работа бактерий, которые химически перерабатывают вещество породы и превращают его в почву. Все эти процессы называются **выветриванием**. В результате выветривания на поверхности образуется слой разрушенных пород — **элювий**.

Дождевые струи смывают элювий и сносят его вниз, в долины рек. Быстрые горные реки обладают большой силой и уносят с собой все обломки пород, попавшие в них со склонов гор.

Кроме того, река сама углубляет русло и пропиливает горные породы. В этом ей помогают камни, которые она несет с собой. Они действуют на дно, как таран или пила, обтачивая его и срезая все неровности.

Реки легко размывают рыхлые, непрочные породы. Но они обладают достаточной силой,



Карстовые пустоты.

чтобы размывать даже самые плотные породы, такие, как гранит или известняк. Нередко можно видеть в горных районах глубокие ущелья, стенки и дно которых сложены самыми прочными породами. Однако в глубине таких ущелий с глухим шумом роется водный поток, непрерывно углубляя русло.

Временные водные потоки, созданные дождями, и постоянные потоки, реки, — основная сила, разрушающая горы.

Большое значение имеют и другие внешние силы, к которым относится еще и ветер. Казалось бы, какое значение может иметь ветер? Однако он действует непрерывно, из года в год, из века в век. Срывая с поверхности Земли мелкие частицы почвы и песка, он несет их с собой, «бомбардирует» ими, обтачивая и шлифуя обнаженные скалы. При этом возникают оригинальные формы поверхности: причудливые скалы, напоминающие собой старинные замки, фигуры животных и т. д.

В высокогорных районах, где много снега и льда, большую роль в разрушении гор играют ледники. Мощные толщи льда под собственной тяжестью спускаются вниз по долинам и при этом «вспахивают» свой путь, углубляя его и унося вниз огромное количество обломков горных пород. Массы таких обломков скапливаются у конца ледника, образуя морены (см. стр. 169.).

Наконец, и подземные воды способствуют разрушению гор. Пробираясь по трещинам в глубине Земли, они размывают породы, растворяют их и в таком виде уносят прочь. В результате в толще пород образуются пустоты, пещеры, а на поверхности — характерной формы воронки, трещины и ребристые выглаженные скалы. Все эти явления называются карстом.

Итак, в разрушении гор участвуют поверхностные и подземные воды, ледники, ветер, сложные физико-химические и биологические процессы выветривания.

Всюду в горах мы видим явные признаки деятельности этих внешних сил. Следовательно, горы, со всеми особенностями их внутреннего строения, внешней формы, созданы совместным действием внутренних и внешних сил.

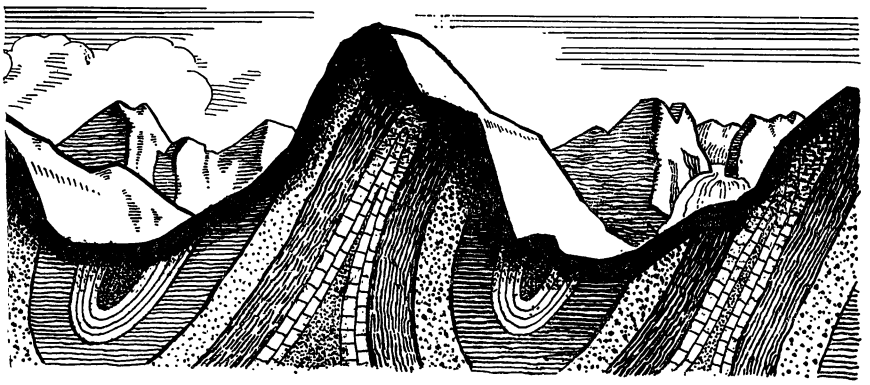
Молодые горы.

Они непрерывно созидаются и непрерывно разрушаются.

Если преобладают внутренние силы, то горы растут, если же внешние силы — горы постепенно сглаживаются, исчезают и на их месте остается плоская равнина.

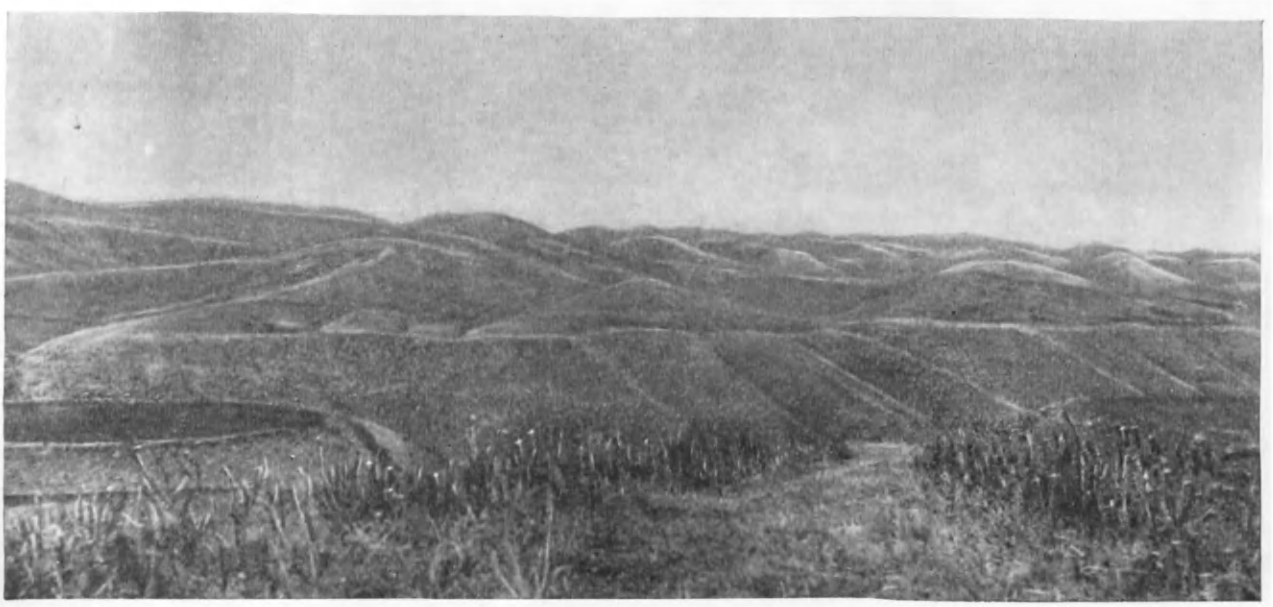
Горы бывают молодые и древние.

Молодые горы — это горы, которые быстро растут. Примером может служить Кавказ. В древних горах внутренние процессы давно затихли, а внешние силы еще продолжают вести свою разрушительную работу. Таков, например, Урал. И даже на многих современных равнинах можно видеть признаки, свидетельствующие о том, что очень давно, сотни миллионов лет назад, здесь тоже были горы. От них остались где-то в глубине лишь «корни», перекрытые сверху сплошным слоем более молодых осадочных пород.



Разрушение гор приводит к выравниванию рельефа, но корни складок сохраняются.

На территории нашей страны огромные пространства заняты равнинами, в пределах которых внутренние силы давно затихли, а внешние проявляют себя слабо. Здесь нет ни горных хребтов, ни вулканов, ни землетрясений. Такова Восточно-Европейская равнина, а также Западно-Сибирская низменность.



Древние горы.

На переднем плане ледниковая морена. Эти огромные массы обломков горных пород принес сюда ледник, спускающийся с гор.

Много есть древних гор, разрушенных, однако, еще не до конца: Урал, Тиман, Енисейский кряж и др. А вдоль южных границ и на востоке нашей страны протянулась полоса молодых гор. Таковы хребты Карпат, Кавказа, Копет-Дага, Памира. В пределах этих горных систем внутренние силы действуют очень энергично, горы растут, их рост сопровождается землетрясениями, а местами и вулканическими явлениями, как, например, на Камчатке.

Изучение гор и пород, которыми они сложены, имеет большое практическое значение. Чтобы успешно разыскивать месторождения полезных ископаемых, нужно знать строение гор, их историю и физико-химические процессы, протекающие в глубине Земли.

Этими вопросами занимается геология — наука о строении и развитии Земли. В нашей стране имеются сотни геологических учреждений, десятки тысяч геологов изучают строение горных и равнинных районов, разыскивая полезные ископаемые. Во многих средних школах работают геологические кружки. Комсомольцы и пионеры участвуют в геологических походах, помогая геологам в их работе.

За время Советской власти геология достигла больших успехов, но еще много увлекательных путешествий и открытий ожидает будущих геологов — разведчиков недр нашей необъятной Родины.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

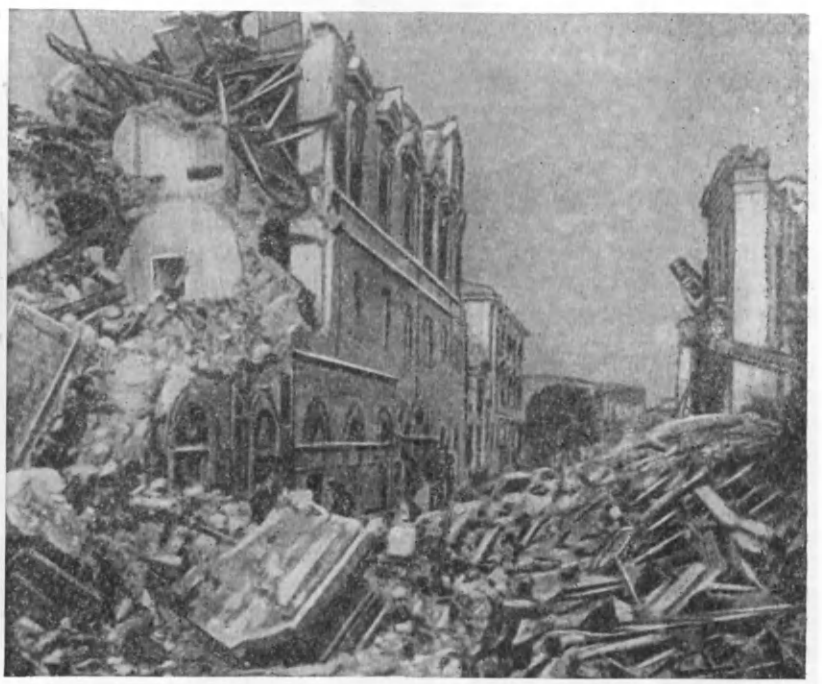
«В 5 часов 20 минут земля вздрогнула; ее первая судорога длилась почти десять секунд: треск и скрип оконных рам, дверных колод, звон стекол, грохот падающих лестниц разбудили спящих: люди вскочили, ощущая всем телом эти подземные толчки... Качались стены, срываясь, падали полки, посуда, картины, зеркала, изгибался пол, мебель тряслась, двигаясь по комнате, опрокидывались шкафы, подпрыгивали столы... Как бумажный, разрывался потолок, сыпалась штукатурка... В темноте все качалось, падало, с треском проваливаясь в какие-то вдруг открывшиеся пропасти... Земля глухо гудела, стонала, горбилась под ногами и волновалась, образуя глубокие трещины... Вздрогнув и пошатываясь, здания наклонялись, по их белым стенам, как молнии, змеились трещины, и стены рассыпались, заваливая узкие улицы и людей среди них тяжелыми грудами острых кусков камня...

Все море качается, как огромная чаша, готовая опрокинуться на остатки города... Кажется, что вот сейчас вся смятенная масса его выплеснется на землю до последней волны и капли...

Поднялась к небу волна высотой неизмеримой, закрыла грудью половину неба и, качая белым хребтом, согнулась, переломилась, упала на берег и страшной тяжестью своей покрыла трупы, здания, обломки, раздавила, задушила живых и, не удержавшись на берегу, хлынула назад, увлекая с собой все схваченное».

Так Алексей Максимович Горький описывал

Улица Гарибальди в городе Мессине до землетрясения.



Та же улица после землетрясения.

события, происшедшие в итальянском городе Мессине 28 декабря 1908 г.

Что же было причиной этой катастрофы?

Представьте себе стол, на котором построена игрушечная страна, насыпаны песчаные горы, вместо озера в песок врыта сковорода с водой; у подножия горы сложен целый город из кубиков. Как можно сразу разрушить все это сооружение? Для этого достаточно сильно ударить по столу — и в несколько секунд игрушечной страны не станет. Она разрушится, если нанести удар не сверху, а снизу, даже не прикасаясь ни к одной из игрушечных построек. Значит, главной причиной «катастрофы» будет вызванное ударом сотрясение стола.

Точно так же встряхнуть и разрушить настоящие здания в большом городе, расплескать озера и реки, рассечь поверхность огромными трещинами могут только сильные толчки и сотрясения самой Земли.

ЧТО ПРОИСХОДИТ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

Землетрясение начинается с разрыва и перемещения горных пород в каком-нибудь месте в глубине Земли. Это место называется очагом землетрясения или гипоцентром. Глубина его обычно бывает не больше 30 *км*, но в отдельных случаях доходит и до 700 *км*. Иногда очаг землетрясения может быть и у поверхности земли. Если землетрясение сильное, то в таких случаях мосты, дороги, дома и другие сооружения оказываются разорванными и разрушенными.

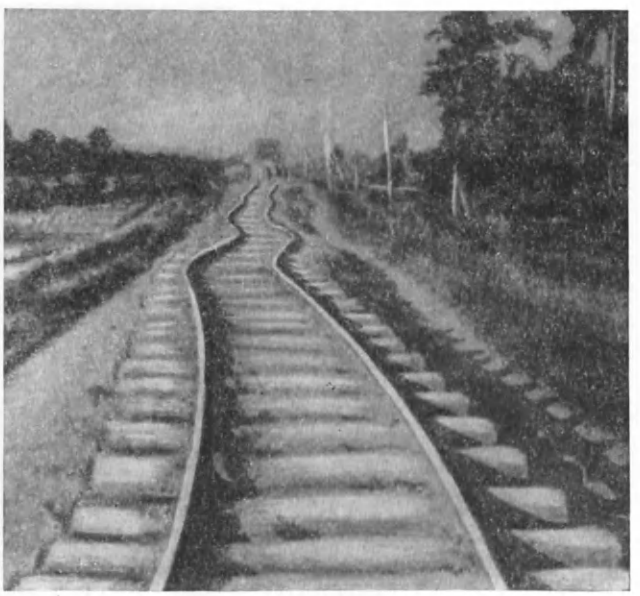
Участок земли, в пределах которого на поверхности, над очагом, сила подземных толчков достигает наибольшей величины, называется эпицентром.

В одних случаях пласты земли по сторонам разлома надвигаются друг на друга. В других — земля по одну сторону разлома опускается, а по другую — поднимается, образуя сбросы. В местах, где сбросы пересекают речные русла, появляются водопады. Своды подземных пещер растрескиваются и обрушиваются. Бывает, что после землетрясения большие участки земли опускаются и заливаются водой. Подземные толчки вызывают на горных склонах обвалы и оползни. В 1906 г. в Калифорнии во время землетрясения на поверхности образовалась глубокая трещина. Она протянулась на 450 *км*. Вдоль нее произошли горизонтальные смещения. Около трещины дороги сместились на расстояние до 7 *м*. Во время Гобийского землетрясения (Монголия) 4 декабря 1957 г. возникли трещины общей протяженностью 250 *км*. Вдоль них возникли уступы до 12 *м* высотой.

Понятно, что резкое перемещение больших масс земли в очаге землетрясения должно сопровождаться ударом колоссальной силы. Удар вызывает сотрясение слоев горных пород вокруг очага, распространяющееся в виде волн так же, как расходятся волны от брошенного в воду камня. От очень сильных сотрясений поверхность земли может изгибаться, растрескиваться, вспучиваться. Большие разрушения от землетрясений обычно происходят в рыхлых и неустойчивых горных породах, на крутых склонах.

Постройки при сильных подземных толчках разрушаются за несколько секунд. Катастрофические землетрясения бывают в виде двух-трех коротких сильных толчков. Только слабые, уже неопасные повторные толчки еще долго тревожат перепуганных жителей. Конечно, чем дальше от эпицентра, тем слабее сотрясение почвы. На больших расстояниях они вообще незаметны.

За год люди ощущают около 10 тыс. землетрясений. Из них примерно 100 бывают разрушительными. Современные точные приборы



В результате землетрясения произошло искривление железнодорожных рельсов.

фиксируют ежегодно более 100 тыс. землетрясений на нашей планете.

Нередко очаг землетрясения скрывается под морским дном, и на море возникают огромные волны — цунами. Так, во время Лиссабонского землетрясения в 1755 г. на берег Португалии обрушилась волна высотой в 12 *м*, а сильное волнение наблюдалось даже у берегов Южной Америки, по другую сторону Атлантического океана.

В ночь с 4 на 5 ноября 1952 г. у берегов Камчатки от сильного землетрясения также образовались большие морские волны высотой 7—8 *м*.

От Чилийского землетрясения 22 мая 1960 г. тоже возникли огромные морские волны. На протяжении более суток они распространились через Тихий океан и достигли противоположных его берегов. В Японии высота волн достигала 10 *м*. Прибрежная полоса была затоплена. Большинство же подземных толчков очень слабы, и о них знают лишь с е й с м о л о г и — ученые, специально изучающие сотрясения Земли. Катастрофы вроде Мессинской, Калифорнийской или Чилийской случаются довольно редко. Летом 1964 г. произошло сильное землетрясение в Японии.

Силу землетрясений определяют баллами. Ученые составили специальную таблицу для определения силы землетрясений в баллах (см. стр. 116).

ГДЕ И ПОЧЕМУ БЫВАЮТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Многие из вас, наверное, уже подумали: «А не может ли случиться сильное землетрясение там, где я живу?»

Ученые составили специальную карту, на которой показано, какой силы землетрясения бывают и могут быть в разных районах нашей страны. Большей части Советского Союза разрушительные землетрясения не угрожают. Они происходят главным образом в горных районах: в Карпатах, в Крыму, на Кавказе и в Закавказье, в горах Памира, Копет-Дага, Тянь-Шаня, Западной и Восточной Сибири, Прибайкалье, на Камчатке и Курильских о-вах и даже в Арктике. Объясняется это тем, что в таких местах земная кора подвижна и неустойчива. Это области «молодых» горных сооружений. Здесь у земной коры поднятия сменяются опусканиями на сравнительно небольших участках. Землетрясения связаны с процессами горообразования и возникают при непрерывном поднятии и образовании сбросов, сдвигов и других разрывов земной коры. Такие землетрясения называются т е к т о н и ч е с к и м и. К ним относится бóльшая часть землетрясений.

Эта глубокая трещина образовалась во время землетрясения в 1911 г. в районе г. Верного (Алма-Ата).

Бывают еще и в у л к а н и ч е с к и е землетрясения. Лава и раскаленные газы, бурлящие в недрах вулканов, могут толкать и давить на верхние слои земли, как пары кипящей воды на крышку чайника. Они довольно

слабы, но продолжаются долго, иногда недели и даже месяцы. Иногда они возникают до извержений вулканов и служат предвестниками надвигающейся катастрофы.

Сотрясения земли могут быть также вызваны обвалами и большими оползнями. Так возникают местные о б в а л ь н ы е землетрясения.

КАК ИЗУЧАЮТ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Примерно через двадцать минут после сильного землетрясения о нем могут узнать сейсмологи всего земного шара. Для этого не нужно ни радио, ни телеграфа. Землетрясение само сообщает о себе.

Как это происходит? При землетрясении перемещаются, колеблются частицы горных пород. Они толкают соседние частицы, которые передают толчок еще дальше в виде упругой волны.

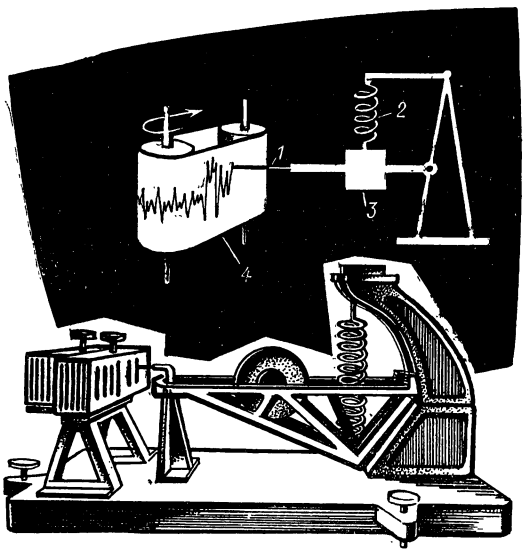
Таким образом, сотрясение как бы передается по цепочке и расходится в виде упругих волн во все стороны; постепенно, по мере удаления от очага землетрясения, волна ослабевает.

Представление о таких упругих волнах может дать грузовик, когда он идет по неровной улице. Упругие волны вызывают сотрясение ближайших домов. Известно, например, что упругие волны передаются по рельсам далеко вперед от мчащегося поезда, наполняя рельсы ровным, чуть слышным гулом.

Упругие волны, возникающие при землетрясении, называются с е й с м и ч е с к и м и. Самые быстрые из них распространяются в поверхностных слоях Земли со скоростью от 5 до 8 *км/сек*, а внутри Земли — до 13 *км/сек*.

ЗАПИСЬ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Когда вы стоите в автобусе, то при рывке машины с места падаете назад, а при резком торможении — вперед. Почему это происходит? Когда автобус резко трогается, ваше тело стремится сохранить состояние покоя. Ноги, опирающиеся на пол автобуса, «выезжают» из-под вас, и вы падаете назад. Свойство сохранять первоначальное состояние покоя или равномерного движения называется инерцией. Это же свойство инерции используется и в особом приборе — сейсмографе, отмечающем землетрясения. Главная часть сейсмографа —



Сейсмограф — прибор, отмечающий землетрясения. Он обладает огромной чувствительностью, позволяющей записывать землетрясения на расстоянии нескольких тысяч километров. Вверху — схема, показывающая действие сейсмографа: *1* — записывающее перо; *2* — пружина; *3* — груз; *4* — подвижная лента. Внизу — общий вид сейсмографа.

маятник — представляет собой груз, подвешенный как в маятнике стенных часов или на пружине, как у безмена. Когда почва колеблется, груз маятника сейсмографа отстает от ее движения. Если к грузу маятника прикрепить иглу и к ней прижать закопченное стекло так, чтобы игла лишь соприкасалась с его поверхностью, получится наиболее простой сейсмограф, которым пользовались раньше. Почва, а вместе с ней и стеклянная пластинка колеблются, груз маятника и игла остаются неподвижными, а игла чертит на закопченной поверхности кривую колебания Земли.

Если вместо иглы к грузу маятника прикрепить зеркало и направить на него луч света, то отраженный луч — «зайчик» — будет воспроизводить колебания почвы в увеличенном виде. Такой «зайчик» направляют на равномерно движущуюся ленту фотобумаги; после проявления на этой ленте можно видеть записанные колебания — кривую колебаний Земли во времени.

Замечательное достижение науки — электрический сейсмограф для записи малейших колебаний почвы. Его изобрел академик Б. Б. Голицын. Этот прибор регистрирует землетрясения, происходящие на расстоянии до 20 тыс. *км*. Так, например, сейсмографы Голицына, установленные на сейсмической станции «Москва», отмечают колебания от землетрясений,

происходящих в таких отдаленных местах, как Южная Америка или Антарктида.

Если очаг землетрясения находится в предгорьях Памира на расстоянии около 3 тыс. *км* от Москвы, то через несколько минут после начала землетрясения упругие волны дойдут до Москвы.

Запись сотрясений почвы называется с е й с м о г р а м м о й. Академик Б. Б. Голицын изобрел способ, как по сейсмограмме даже одной станции узнать, где происходило землетрясение.

На сейсмических станциях приборы работают день и ночь, следя за сейсмическими волнами — вестниками далеких и близких подземных толчков. В Советском Союзе имеется около ста хорошо оборудованных сейсмических станций. На них установлена точная аппаратура, разработанная советскими учеными. В приборах применяется автоматика, а ряд расчетов при обработке наблюдений выполняется на электронно-счетных машинах.

Сейсмические волны проходят внутри земного шара в тех местах, которые недоступны наблюдению. Все, что они встречают на пути, так или иначе их изменяет. Скорость распространения упругих волн зависит от плотности и твердости пород внутри Земли.

Расшифровать сейсмограмму, прочитать рассказы сейсмических волн о том, что они встретили в глубине Земли,— сложная, но увлекательная задача.

МОЖНО ЛИ ОСЛАБИТЬ ВРЕДНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

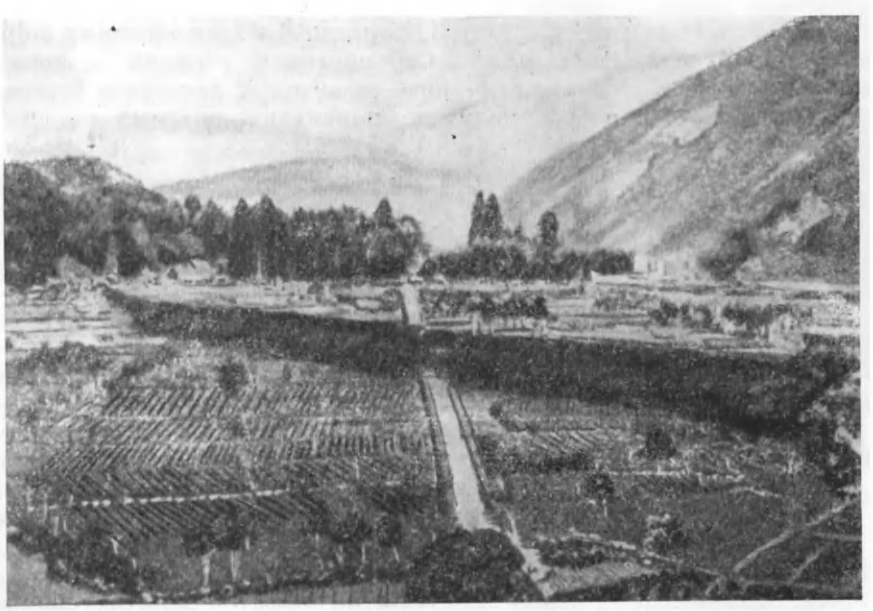
Катастрофические землетрясения надолго остаются в памяти людей как страшное, непоправимое несчастье. При индийском землетрясении 1897 г. были разрушены все каменные дома на площади, почти втрое превышающей территорию Крыма. Во время грандиозного землетрясения в Японии в 1923 г. погибло свыше 90 тыс. человек.

В мае 1960 г. на Тихоокеанском побережье Южной Америки, в Чили, произошло несколько очень сильных и много слабых землетрясений. Самое сильное из них, в 11—12 баллов, наблюдалось 22 мая. При этом было израсходовано колоссальное количество энергии в течение 1—10 секунд. Такой запас энергии могла бы выработать, например, Днепрогэс на протяжении нескольких десятков лет!

Землетрясение произвело тяжелые разрушения на большой территории. Пострадало более половины провинций Чили, погибло не менее 10 тыс. человек и более 2 млн. осталось без крова. Разрушения охватили Тихоокеанское побережье на протяжении более 1000 *км*. Были разрушены крупные города Вальдивия, Пуэрто-Монто и др. Произошли многочисленные оползни и обвалы в горах. В результате чилийских землетрясений начали действовать четырнадцать вулканов.

В отличие от многих капиталистических стран в Советском Союзе жители тех мест, где случилось землетрясение, сразу же чувствуют заботу советского народа и правительства.

Ликвидировать последствия уже случившегося несчастья необходимо, но этого еще недостаточно. В местностях, которым угрожают землетрясения, нужно строить особенно прочные здания. Землетрясение — строгий экзаменатор. Оно проверит, хорошо ли построены дома и какой вид зданий устойчивее.



После землетрясения в Японии в 1891 г. на ровном поле, по которому проходила дорога, образовался уступ высотой 6 *м*.

Сила в баллах	Характеристика землетрясения
1	Не ощущается. Отмечается только специальными приборами
2	Очень слабое. Ощущается только очень чуткими домашними животными и некоторыми людьми в верхних этажах зданий
3	Слабое. Ощущается только внутри некоторых зданий, как сотрясение от грузовика
4	Умеренное. Слышен скрип половиц, балок, звон посуды, дрожание мебели. Внутри здания сотрясение ощущается большинством людей
5	Довольно сильное. В комнатах чувствуются толчки, как от падения тяжелых вещей. Хлопают двери. Лопаются оконные стекла, качаются люстры и мебель, останавливаются стенные часы, качаются тонкие ветки деревьев. Ощущается многими людьми и вне зданий
6	Сильное. Качается тяжелая мебель, бьется посуда, падают с полки книги, иногда трескается штукатурка. Разрушаются только очень ветхие здания. Ощущается всеми людьми
7	Очень сильное. Разрушаются плохо построенные и ветхие дома. В крепких зданиях появляются небольшие трещины, осыпается штукатурка. Изменяется уровень воды в колодцах. В реках и озерах мутнеет вода. Иногда наблюдаются оползни и осыпи
8	Разрушительное. Деревья сильно раскачиваются, иногда ломаются. Разваливаются прочные каменные ограды, падают фабричные трубы. Разрушаются многие крепкие здания. На почве появляются трещины
9	Опустошительное. Дома разрушаются. Появляются значительные трещины в почве
10	Уничтожающее. Разрушаются хорошо построенные деревянные дома и мосты, крепкие здания и даже фундаменты. Разрываются водопроводные и канализационные трубы. Повреждаются насыпи, плотины и дамбы. Возникают оползни и обвалы, трещины и изгибы в почве. Из рек и озер выплескивается вода
11	Катастрофа. Почти все каменные постройки разваливаются. Разрушаются дороги, плотины, насыпи, мосты. Образуются широкие трещины со сдвигами
12	Сильная катастрофа. Разрушаются все сооружения, Отдельные предметы подбрасываются при толчках. Преображается вся местность. Изменяются русла рек. Образуются водопады. На поверхности грунта видны земляные волны

Изучая последствия землетрясений, инженеры Японии, США и нашей страны придумали много способов сооружать особенно устойчивые здания, которые могут выдерживать довольно сильные подземные толчки.

Не менее важно научиться предсказывать землетрясения. Это трудно, потому что они зарождаются в недоступных глубинах Земли и силы, вызывающие их, накапливаются очень медленно. Несмотря на это, несомненно, в будущем ученые научатся предсказывать время наступления землетрясения. Ведь, например, струна перед разрывом потрескивает и звучит. Подобные явления происходят и в земной коре перед землетрясением. Если сильное землетрясение происходит в океане, то сейсмические волны от него приходят к берегу очень быстро, гораздо быстрее обычных морских волн. Сейсмические станции в таких случаях заранее оповещают население берегов о возможности появления опасных морских волн (цунами).

ЧТО ТАКОЕ ВУЛКАНЫ

В Тирренском море в группе Липарских о-вов есть небольшой о-в Вулкано. Бóльшую часть его занимает гора. Еще в незапамятные времена люди видели, как из ее вершины иногда вырывались облака черного дыма, огонь и на большую высоту выбрасывались раскаленные камни.

Древние римляне считали этот остров входом в ад, а также владением бога огня и кузнечного ремесла Вулкана. По имени этого бога огнедышащие горы впоследствии стали называть вулканами.

Извержение вулкана может продолжаться несколько дней, иногда месяцев и даже лет. После сильного извержения вулкан снова успокаивается на несколько лет и даже десятилетий.

Такие вулканы называются действующими.

Есть вулканы, которые извергались в давно прошедшие времена. Некоторые из них сохранили форму правильного конуса. О деятельности таких вулканов не сохранилось никаких сведений. Их называют потухшими, как, например, у нас на Кавказе горы Эльбрус и Казбек, вершины которых покрыты сверкающими, ослепительно белыми ледниками. В древних вулканических областях встречаются сильно разрушенные и размытые вулканы. В нашей стране остатки древних вулканов можно увидеть в Крыму, Забайкалье и в других местах.

Вулканы обычно имеют форму конуса со склонами, пологими у подошв и более крутыми у вершин.

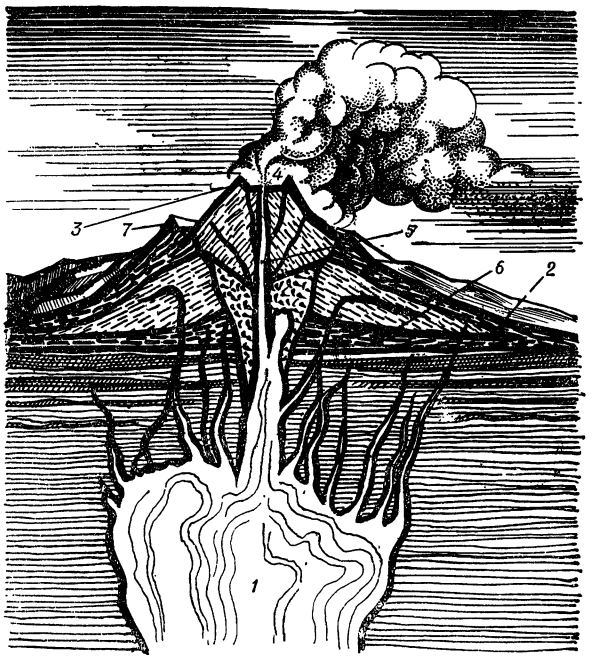
Если подняться на вершину действующего вулкана, когда он спокоен, то можно увидеть кратер[1] — глубокую впадину с обрывистыми стенками, похожую на гигантскую чашу. Дно кратера покрыто обломками крупных и мелких камней, а из трещин на дне и стенах поднимаются струи газа и пара. Они спокойно выходят из-под камней и из щелей или вырываются бурно, с шипением и свистом. Кратер наполняют удушливые газы: поднимаясь вверх, они образуют облачко на вершине вулкана. Месяцы и годы вулкан может спокойно куриться, пока не произойдет извержение.

Вулканологи уже разработали способы, которые дают возможность предсказывать время наступления извержения вулкана. Этому событию часто предшествуют землетрясения; слышится подземный гул, усиливается выделение паров и газов; повышается их температура; сгущаются облака над вершиной вулкана, а его склоны начинают «вспучиваться».

Извержение Везувия близ Неаполя в 1944 г. Взрывы с огромной силой выбрасывали густые тучи газов и горячего пепла. По склону спускались раскаленные потоки лавы, которые разрушили несколько деревень.

Потом под давлением газов, вырывающихся из недр Земли, дно кратера взрывается. На тысячи метров выбрасываются вверх густые черные тучи газов и паров воды, смешанных с пеплом, погружая во мрак окрестность. Со взрывом и грохотом из кратера летят куски

[1] От греческого слова «кратер» — большая чаша.



Разрез вулкана: *1* — очаг магмы; *2* — потоки лавы; *3* — конус; *4* — кратер; *5* — канал, по которому газы и магма поднимаются к кратеру; *6* — слои лавовых потоков, пепла, лапилей и рыхлых материалов более ранних извержений; *7* — остатки старого кратера вулкана.

раскаленных докрасна камней, образуя гигантские снопы искр. Из черных, густых туч на землю сыплется пепел, иногда выпадают ливневые дожди, образуются потоки грязи, которые скатываются по склонам и заливают окрестность. Блеск молний непрерывно прорезывает мрак. Вулкан грохочет и дрожит, по его жерлу поднимается расплавленная огненно-жидкая лава. Она бурлит, переливается через край кратера и устремляется огненным потоком по склонам вулкана, все сжигая и уничтожая на своем пути.

Во время некоторых вулканических извержений, когда лава обладает большой вязкостью, она изливается не жидким потоком, а нагромождается вокруг жерла в виде вулканического купола. Часто при взрывах или просто обвалах по краям такого купола обрушиваются вниз по склонам раскаленные каменные лавины, которые могут вызвать большие разрушения у подножия вулкана. Во время извержения некоторых вулканов подобные раскаленные лавины вырываются прямо из кратера.

При более слабых извержениях в кратере вулкана происходят только периодические взрывы газов. В одних случаях при взрывах выбрасываются куски раскаленной, светящейся лавы, в других (при более низкой температуре) дробится уже полностью застывшая лава и вверх поднимаются большие глыбы темного несветящегося вулканического пепла.

Извержения вулканов происходят также на дне морей и океанов. Об этом узнают мореплаватели, когда внезапно видят над водой столб пара или плавающую на поверхности «каменную пену» — пемзу. Иногда суда наталкиваются на неожиданно появившиеся мели, образованные новыми вулканами на дне моря.

Со временем эти мели размываются морскими волнами и бесследно исчезают.

Некоторые подводные вулканы образуют конусы, выступающие над поверхностью воды в виде островов.

В древности люди не умели объяснить причины извержения вулканов. Это грозное явление природы повергало человека в ужас. Однако уже древние греки и римляне, а позже арабы пришли к мысли, что в глубине Земли находится море подземного огня. Они считали, что волнения этого моря и вызывают извержения вулканов на земной поверхности.

В конце прошлого века от геологии отделилась особая наука — в у л к а н о л о г и я.

Теперь вблизи некоторых действующих вулканов организуют вулканологические станции — обсерватории, где ученые-вулканологи постоянно наблюдают за вулканами. У нас такие вулканологические станции устроены на Камчатке у подножия Ключевского вулкана в селении Ключи и на склоне вулкана Авача — недалеко от г. Петропавловска-Камчатского. Когда какой-нибудь из вулканов начинает действовать, вулканологи немедленно выезжают к нему и наблюдают извержение.

Вулканологи исследуют также потухшие и разрушенные древние вулканы. Накопление таких наблюдений и знаний очень важно для геологии. Древние разрушенные вулканы, действовавшие десятки миллионов лет назад и почти сровнявшиеся с поверхностью Земли, помогают ученым распознать, каким образом расплавленные массы, находящиеся в недрах Земли, проникают в твердую земную кору и что получается от соприкосновения (контакта) их с горными породами. Обычно в местах контакта в результате химических процессов образуются руды полезных ископаемых — месторождения железа, меди, цинка и других металлов.

Струи пара и вулканических газов в кратерах вулканов, которые называются ф у м а р о л а м и, выносят с собой некоторые вещества в растворенном состоянии. В трещинах кратера и около него, вокруг фумарол отлагаются сера, нашатырь, борная кислота, которые используются в промышленности.

Вулканический пепел и лава содержат много соединений элемента калия и со временем превращаются в плодородные почвы. На них разводят сады или занимаются полеводством. Поэтому, хотя в окрестностях вулканов жить небезопасно, там почти всегда вырастают селения или города.

Отчего же происходят извержения вулканов и откуда берется такая огромная энергия внутри земного шара?

Открытие явления радиоактивности у некоторых химических элементов, особенно урана и тория, заставляет думать, что внутри Земли накапливается тепло от распада радиоактивных элементов. Изучение атомной энергии еще больше подтверждает этот взгляд.

Накопление тепла в Земле на большой глубине раскаляет вещество Земли. Температура поднимается так высоко, что это вещество должно было бы расплавиться, но под давлением верхних слоев земной коры оно удерживается в твердом состоянии. В тех местах, где давление верхних слоев ослабевает в связи с движением земной коры и образованием трещин, раскаленные массы переходят в жидкое состояние.

Масса расплавленной каменной породы, насыщенная газами, образующаяся глубоко в недрах земли, называется м а г м о й. Очаги магмы располагаются под земной корой, в верхней части мантии (см. стр. 52), на глубине от 50 до 100 *км*. Под сильным давлением выделяющихся газов магма, расплавляя окружающие породы, прокладывает себе путь и образует жерло, или канал, вулкана. Освобождающиеся газы взрывами расчищают путь по жерлу, разламывают твердые породы и выбрасывают куски их на большую высоту. Это явление всегда предшествует излиянию лавы.

Как растворенный в шипучем напитке газ при раскупоривании бутылки стремится вырваться, образуя пену, так и в жерле вулкана пенящаяся магма стремительно выбрасывается освобождающимися из нее газами.

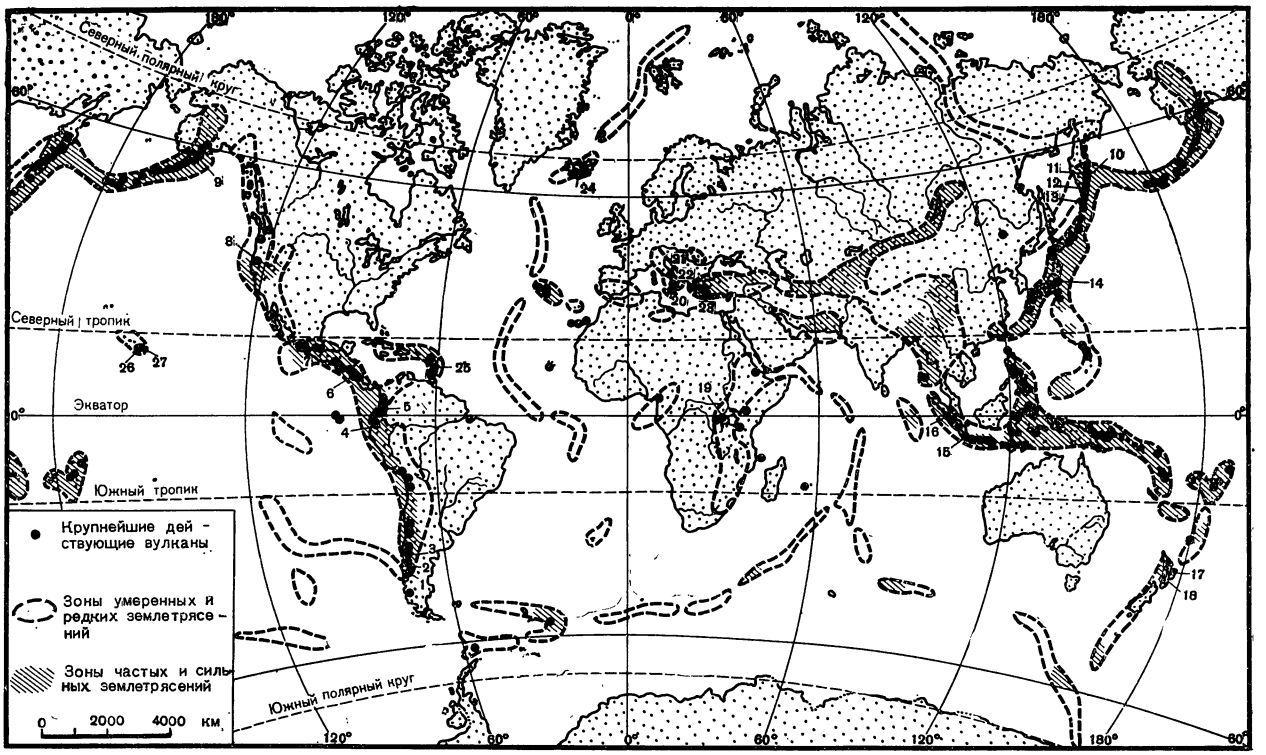
Потеряв значительное количество газа, магма выливается из кратера и уже как лава течет по склонам вулкана.

Если магма в земной коре не находит выхода на поверхность, то она затвердевает в виде жил в трещинах земной коры.

Иногда магма внедряется по трещине, поднимает куполом слой земли и застывает в форме, похожей на каравай хлеба (см. рис. на стр. 68).

Лава бывает разная по своему составу и в зависимости от этого может быть жидкой или густой и вязкой. Если лава жидкая, то она относительно быстро растекается, образуя на своем пути лавопады. Газы, вырываясь из кратера, выбрасывают раскаленные фонтаны лавы, брызги которой застывают в каменные капли — лавовые слезы. Густая лава течет медленно, ломается на глыбы, нагромождающиеся друг на друга, а газы, выходящие из нее, отрывают от глыб куски вязкой лавы, высоко подбрасывая их. Если сгустки такой лавы при взлете вращаются, то они принимают веретенообразную или шаровидную форму.

Застывший лавопад.



На карте показаны районы, подверженные землетрясениям, и крупнейшие вулканы.

Названия вулканов:

1. Кальбуко в Южной Америке.
2. Осорно » » »
3. Вильяррика » »
4. Сангай » » »
5. Котопахи » » »
6. Ирасу в Центральной Америке.
7. Парикутин в Мексике.
8. Лассен-Пик в Северной Америке.
9. Катмаи » » »
10. Ключевская сопка на п-ове Камчатка.
11. Шивелуч » » » »
12. Авача » » » »
13. Алаид на Курильских о-вах
14. Фудзияма на о-ве Хонсю.
15. Кракатау на Зондских о-вах.
16. Мерапи на о-ве Суматра.
17. Таравера на о-ве Новая Зеландия.
18. Руапеху » » » »
19. Ньямлагира в Африке.
20. Этна на о-ве Сицилия.
21. Везувий на Апеннинском п-ове.
22. Стромболи в Средиземном море.
23. Санторин » » »
24. Гекла на о-ве Исландия.
25. Мон-Пеле на Малых Антильских о-вах.
26. Килауэа на Гавайских о-вах.
27. Мауна-Лоа » » »

Такие застывшие куски лавы различной величины называются вулканическими бомбами. При застывании лавы, переполненной газами, образуется каменная пена — пемза. Благодаря своей легкости пемза плавает на воде и при подводных извержениях всплывает на поверхность моря. Выброшенные при извержении обломки лавы величиной с горошину или лесной орех называются лапилли. Еще более мелкий, рыхлый изверженный материал — вулканический пепел. Он падает на склоны вулкана и относится ветром на большое расстояние. На поверхности земли пепел постепенно превращается в туф. Огромные залежи туфов имеются в Армении.

На земном шаре в настоящее время известно несколько сотен действующих вулканов. Бо́льшая часть их расположена по берегам Тихого океана, в том числе и наши вулканы на Камчатке и Курильских о-вах.

Среди действующих вулканов на Камчатке выделяется Ключевская сопка. Обычно извержения ее повторяются через каждые 6—7 лет и продолжаются иногда по нескольку месяцев. Лавовые потоки нередко спускаются на полтора десятка километров вниз по склону.

Высота вершины, где находится главный кратер Ключевской сопки, 4750 *м*. На такой

Карымский вулкан во время извержения.

На обороте: Долина гейзеров на Камчатке. →

высоте образуются мощные ледники, которые при сильных извержениях тают, и тогда с горы мчатся стремительные потоки воды.

Около Ключевской сопки располагается группа потухших вулканов. Один из них — вулкан Безымянный — внезапно пробудился. 30 марта 1956 г. произошел гигантский взрыв. Это было одно из крупнейших извержений вулкана за последнее столетие. Туча пепла взметнулась почти на 40 *км* в высоту. Значительная часть конуса вулкана была взорвана. На расстоянии 25—30 *км* от него силой взрыва были сломаны и обожжены деревья. Образовался огромный раскаленный лавовый поток мощностью в 20—30 *м* и длиной в 18 *км*. На площади около 500 $км^2$ выпал раскаленный пепел, под покровом которого снег моментально растаял, образовав грязевые потоки длиной до 90 *км*. Пепел, выброшенный в высокие слои атмосферы, через два дня был замечен в районе Северного полюса, а через 4 дня — над Англией.

Близ Петропавловска-Камчатского находится действующий вулкан Авача. Около него располагаются потухшие вулканы — Корякская и Козельская сопки. Извержения Авачи происходят значительно реже, чем Ключевской сопки.

К северу от Ключевской сопки расположен вулкан Шивелуч.

Камчатская вулканическая дуга продолжается к югу на Курильские о-ва, где вулканы поднимаются прямо из моря. На самом северном острове находится вулкан Алаид. Его красивый снежный конус поднимается над водой почти на 2,5 *км*. В 1946 г. было сильное извержение на одном из центральных островов — Матуа, где расположен величественный вулкан — Пик Сарычева. По склонам его спускались раскаленные лавы, над которыми поднимались огромные тучи клубящегося пепла. С моря казалось, что весь остров объят пламенем. В 1952 г. произошло извержение на пике Креницына (о-в Онекотан), который поднимается из обширного древнего кратера, заполненного водой озера. В 1957 г. сильное извержение было на о-ве Симушир в кальдере Заварицкого. В результате извержения часть озера в кальдере оказалась засыпанной вулканическим шлаком, излился небольшой лавовый поток. На Курильских о-вах насчитывается 39 действующих вулканов, а на Камчатке — 26.

На географической карте видно, что Курильские о-ва, расположенные дугой, примыкают к Японии. Подобную же дугу образуют и Японские о-ва с многочисленными вулканами, среди которых выделяется знаменитый вулкан Фудзияма. К югу от Японии продолжается такая же дуга Филиппинских и Молуккских вулканических о-вов. Так, по всему Тихоокеанскому берегу Азии располагается полоса вулканов, переходящая дальше через Новую Зеландию и Антарктиду на материк Америка.

Вулканический пепел засыпал школу в Японии. Бороздки на поверхности пепла получились от струй сильного дождя.

В Южной Америке многочисленные вулканы — Кальбуко, Осорно, Вильяррика, Котопахи, Сангай — увенчивают горные цепи Анд. Много вулканов в Центральной Америке.

На Тихоокеанском побережье Северной Америки вулканы уже почти потухли. Здесь слабо действует только вулкан Лассен-Пик. От Аляски к Камчатке тянутся дугой Алеутские о-ва, где много действующих вулканов.

Таким образом, Тихий океан почти со всех сторон опоясан вулканами.

В центральной части Тихого океана, на Гавайских о-вах, находится особого типа вулкан Килауэа. На дне его широкого плоского кратера, около 5 *км* в поперечнике, среди застывших глыб черной лавы во время извержений появляется огненное озеро расплавленной лавы шириной 700—800 *м*. Выделяющиеся

из жидкой лавы газы приводят ее в постоянное движение. Ночью это очень красивое зрелище. Поверхность озера, остывая, покрывается каменной коркой, которую прорывают выделяющиеся газы, образуя подвижную сеть извилистых огненных трещин. Из них время от времени поднимаются фонтаны огненно-жидкой лавы. Уровень лавового озера то понижается, то повышается. Иногда лава переполняет кратерное озеро, переливается через края и растекается по всей кальдере. Лава гавайских вулканов очень жидкая.

Таких вулканов с лавовыми озерами в кратере на Земле немного: на Гавайских о-вах — Мауна-Лоа и Килауэа и на материке Африка (почти на экваторе) — Ньямлагира.

Между Азией и Австралией, на Больших Зондских о-вах, располагаются многочисленные действующие вулканы.

Среди Антильских о-вов в Атлантическом океане есть о-в Мартиника со страшным вулканом Мон-Пеле. В 1902 г. при его извержении из кратера вырвалась огромная туча из раскаленных газов и тонкого пепла. С огромной скоростью она катилась по склону горы, оставляя на своем пути опустошение и смерть. В течение нескольких минут цветущий город Сен-Пьер у подножия Мон-Пеле был уничтожен. Погибло все население города — около 30 тыс. жителей!

На севере Атлантического океана находится о-в Исландия со многими действующими вулканами, изливавшими в разное время огромное количество жидких лав. Среди вулканов Исландии широко известен действующий вулкан Гекла. В Средиземном море с давних времен не успокаиваются вулканы Этна, Везувий, Стромболи, Вулькано.

Сильное извержение Везувия в 79 г. произошло неожиданно: до этого времени Везувий считали потухшим вулканом. После извержения вся цветущая растительность исчезла под облаками и потоками грязи. Куски выброшенных камней и пепел покрыли склоны и окрестности Везувия, при этом погибли три города — Помпея, Геркуланум и Стабия,— затопленные грязевыми потоками и засыпанные пеплом. Только через семнадцать столетий, когда люди забыли уже об исчезнувших городах, случайно, при рытье колодца, были найдены мраморные статуи греческих богов. Вскоре начались раскопки, и археологи обнаружили погребенный город Помпею, а затем и два других. С тех пор Везувий извергался много раз и подробно исследован учеными.

Сильное извержение Везувия происходило в 1944 г., при этом пострадали его окрестности. Лава двигалась с большой скоростью, достигавшей 5 *км* в сутки.

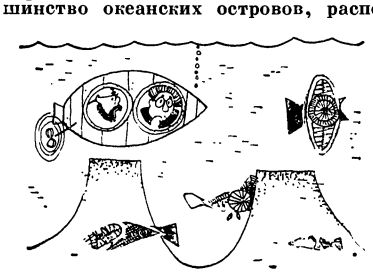
К востоку от Средиземного моря разбросаны широкой полосой потухшие вулканы Малой Азии и Кавказского хребта: Арарат, Казбек и Эльбрус.

В недрах вулканов содержится огромное количество тепловой энергии. Часть этого тепла выносится на поверхность Земли. Ученые и инженеры уже решают задачу использования этой тепловой энергии.

На Камчатке начинается строительство первой в нашей стране станции, которая будет производить электроэнергию за счет внутреннего тепла Земли.

Подводные вулканы

Дно океана очень часто содрогается от землетрясений. Подводные вулканы извергают пепел и лаву, со дна неожиданно поднимаются острова и порой также внезапно исчезают. Большинство океанских островов, расположенных вдали от материков, вулканического происхождения. Многие из них увенчаны потухшими или действующими вулканами, но еще больше вулканов скрывает толща океанской воды. Предполагают, что одиночные горы, возвышающиеся на сравнительно ровном дне океана, тоже бывшие вулканы. Они отличаются одной любопытной особенностью, не разгаданной до сих пор: у них совершенно плоские вершины. Некоторые ученые думают, что в отдаленные геологические времена эти подводные пики возвышались над уровнем моря. За миллионы лет неутомимый прибой срезал их вершины, словно ножом. Однако остается неизвестным, какие причины вызвали погружение этих гор в глубины океана,— ведь над их вершинами сейчас 1000-метровый слой воды. Океан хранит в себе еще много тайн, которые предстоит раскрыть будущим поколениям океанологов.



КАК ДЕЙСТВУЮТ ГЕЙЗЕРЫ

Гейзеры, горячие ключи и минеральные источники — последние отголоски грозной вулканической деятельности.

Гейзеры — это источники, в которых через определенные промежутки времени происходят извержения кипящей воды. Со взрывом и грохотом огромный столб кипятка, окутанный густыми клубами пара, взлетает вверх большим фонтаном, достигая иногда 80 *м*.

Фонтан бьет некоторое время, затем вода исчезает, клубы пара рассеиваются, и наступает состояние покоя.

Некоторые гейзеры выбрасывают воду совсем невысоко или только разбрызгивают ее. Бывают горячие источники, похожие на лужи, в которых вода кипит пузырями. Обычно вокруг гейзера есть бассейн, или неглубокий кратер, поперечник которого достигает нескольких метров. Края такого бассейна и прилегающей к нему площадки покрыты отложениями содержащегося в кипятке кремнезема. Эти отложения называются гейзеритом. Около некоторых гейзеров образуются конусы из гейзерита высотой от нескольких сантиметров до нескольких метров.

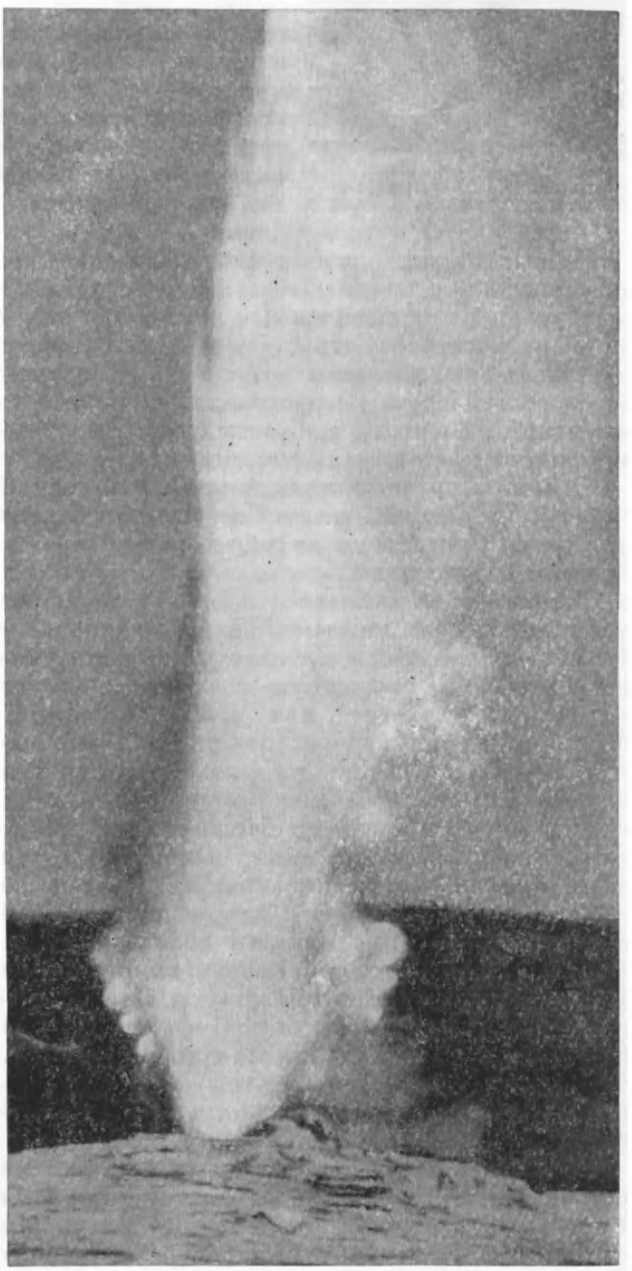
Тотчас после извержения гейзера бассейн освобождается от воды, и на дне его можно увидеть заполненный водой канал (жерло), уходящий глубоко под землю.

Перед началом извержения вода поднимается, медленно заполняет бассейн, бурлит, выплескивается, затем со взрывом высоко взлетает фонтан кипятка.

Гейзеры — очень редкое и красивое явление природы. Его можно наблюдать у нас в СССР (на Камчатке), в Исландии, в Новой Зеландии и Северной Америке. Небольшие одиночные гейзеры встречаются в некоторых других вулканических областях.

В восточной части Камчатки, южнее Кроноцкого озера, много гейзеров в долине р. Гейзерной. Река начинается на безжизненных склонах потухшего вулкана Кихпиныч и в нижнем течении образует долину до 3 *км* шириной. На уступах склонов этой долины располагается множество горячих ключей, горячих и теплых озер, грязевых котлов и гейзеров.

Здесь известно около 20 крупных гейзеров, не считая мелких, выплескивающих воду всего на несколько сантиметров. Около некоторых из них почва теплая, а иногда даже горячая. Многие гейзеры окружены натеками разноцветного гейзерита причудливых форм, похожими на красивые искусственные решетки. Иногда гейзерит покрывает площади в несколь-



Извержение гейзера «Старый служака» в Йеллоустонском национальном парке (Сев. Америка).

Гейзер в разрезе. Штрихами показана вода, кружками — газы.

ко десятков квадратных метров. Так, например, около самого большого камчатского гейзера — «Великана», выбрасывающего огромный фонтан на высоту в несколько десятков метров, образовалась площадка гейзерита примерно в гектар. Она вся покрыта натеками в виде маленьких каменных розочек серовато-желтого цвета.

Неподалеку находится гейзер «Жемчужный», названный так по форме и цвету отложений гейзерита: с перламутровым отливом, похожим на жемчуг. Есть гейзер «Сахарный» с обильными и красивыми отложениями нежно-розового гейзерита. Это пульсирующий источник, вода из него не выбрасывается фонтаном, а выплескивается равномерными толчками.

Гейзер «Первенец» находится на каменистой горячей площадке почти на самом берегу р. Шумной, недалеко от устья р. Гейзерной. Бассейн «Первенца», около полутора метров в диаметре и такой же глубины, окружают крупные глыбы камней. Если взглянуть в бассейн тотчас после извержения, можно увидеть, что в нем совершенно нет воды, а на дне находится отверстие, или канал, косо уходящий в глубину. Через некоторое время из-под земли доносится гул, похожий на шум мотора: по каналу начинает подниматься вода, постепенно наполняющая бассейн. Она кипит, доходит до краев бассейна, поднимается все выше и выше, выплескивается и, наконец, со взрывом вырывается косо направленный столб кипятка, окутанный густыми облаками пара. Фонтан поднимается на высоту не менее чем 15—20 *м*. Он бьет две-три минуты, затем наступает тишина, пар рассеивается, и в опустевший бассейн можно опять заглянуть без риска. Через небольшой промежуток времени снова слышится гул и гейзер опять начинает действовать.

С давних пор славится своими горячими источниками, кипящими реками и гейзерами Исландия. В долинах почти всех ее рек видны поднимающиеся облачка паров от кипящих ключей и гейзеров. Они особенно многочисленны в юго-западной части острова. Там интересно посмотреть знаменитый «Большой Гейзер». Его бассейн диаметром около 18 *м*. Гладкое дно бассейна в центре переходит в округлое жерло около 3 *м* в диаметре, по форме похожее на раструб пионерского горна. Канал гейзера уходит на большую глубину, соединяясь под землей трещинами с пещерами, периодически наполняющимися горячей водой и паром. Температура воды в гейзере на поверхности до 80°, а в канале на некоторой глубине до 120°.

Извержение «Большого Гейзера» очень красиво. Оно повторяется через каждые 20—30 часов и длится 2,5—3 часа. «Большой Гейзер» фонтанирует на высоту до 30 *м*.

Суровая природа Исландии заставляет жителей использовать некоторые горячие источники для орошения полей. На обогретых почвах выращивают овощи и злаки. Горячую воду источников применяют и для отопления домов в городах и поселках.

Так, например, столица Исландии Рейкьявик полностью отапливается водами горячих источников.

На Северном о-ве Новой Зеландии до 1904 г. действовал гейзер «Вайманго». Это был самый большой гейзер в мире. Во время сильного извержения его струя выбрасывалась в воздух на 450 *м*. Но теперь этот гейзер совершенно исчез. Объясняют это снижением на 11 *м* уровня воды в ближайшем оз. Таравера.

На берегу оз. Вайкато (Новая Зеландия) есть гейзер «Кроус-Нест» («Воронье гнездо»), извержение которого зависит от уровня воды в озере. Если вода стоит высоко, то гейзер извергается каждые 40 минут, если уровень воды низкий, извержение происходит через 2 часа.

Многочисленные и разнообразные горячие источники и гейзеры находятся в Северной Америке на границе штатов Вайоминг и Монтана. Это живописное место, окруженное высокими снежными хребтами Скалистых гор, называется Йеллоустонским национальным парком. Оно представляет собой высокое плоскогорье, изрезанное глубокими долинами рек и впадинами озер.

Несколько миллионов лет назад здесь происходили очень сильные вулканические извержения, следом которых и остался этот удивительный уголок природы. Из 200 гейзеров Йеллоустонского парка самым знаменитым считается «Старый служака». В течение многих сотен лет он не прекращает своей деятельности, так же как и некоторые другие гейзеры и горячие источники Йеллоустонского парка.

Представьте себе, какое огромное количество тепла приносится этими гейзерами и горячими источниками на поверхность Земли! Предполагается, что тепло всех источников Йеллоустонского парка может расплавить около 3 *Т* льда в секунду.

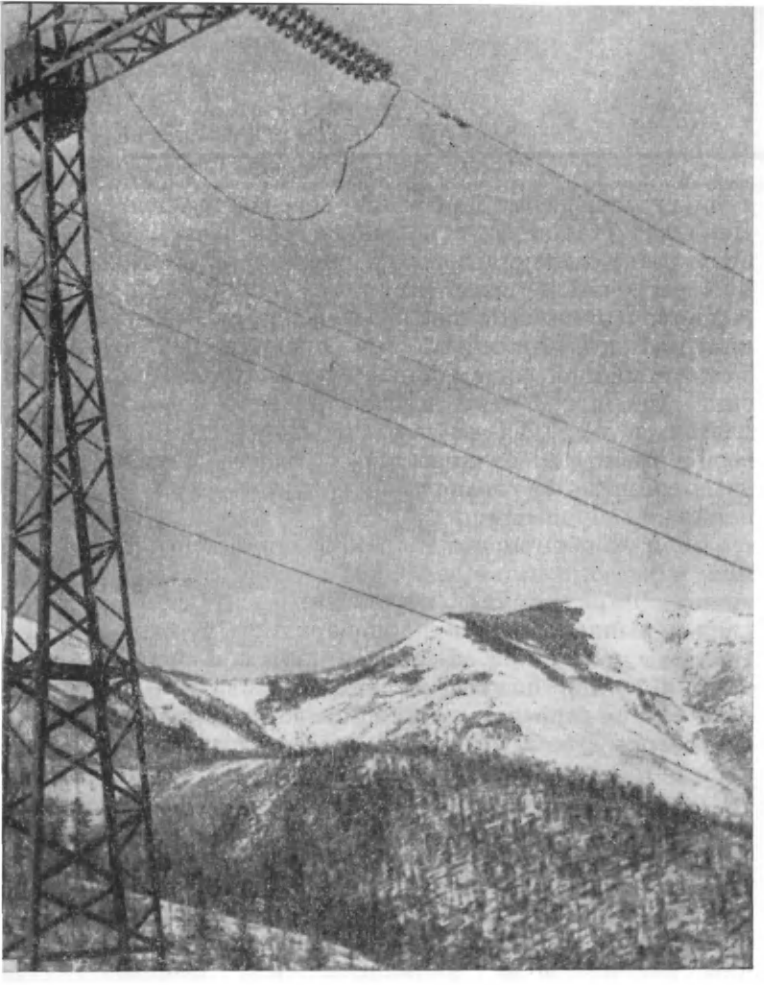
Откуда же берется это тепло?

Гейзеры возникают в районах, где недалеко от земной поверхности залегает неостывшая магма. Выделяющиеся из нее газы и пары, поднимаясь, проходят длинный путь по трещинам. При этом они смешиваются с подземными водами, нагревают их и сами переходят в горячую воду с растворенными в ней различными веществами. Такая вода и выходит на поверхность земли в виде бурлящих горячих ключей, различных минеральных источников, гейзеров и т. п.

Ученые предполагают, что под землей гейзер состоит из пещер (камер) и соединяющих их проходов, трещин и каналов, встречающихся в застывших лавовых потоках. Эти пещеры заполняются циркулирующими подземными водами, на небольшой глубине от которых находятся неостывшие магматические очаги.

Извержение гейзеров происходит по-разному, в зависимости от величины подземных камер, от формы каналов и расположения трещин, по которым поступает тепло из глубины недр, от количества и скорости притока грунтовых вод. Из физики известно, что точка кипения воды при давлении в 1 атмосферу на уровне моря равна 100°. Если давление увеличивается, температура кипения повышается, а при уменьшении давления она понижается. Давление столба воды в канале гейзера повышает точку кипения воды на дне канала. Вода при нагревании снизу приходит в движение; нагретый нижний слой воды делается менее плотным и поднимается на поверхность, а более холодная вода с поверхности спускается вниз, где, согреваясь, в свою очередь поднимается, и т. д. Таким образом, пары и газы, беспрерывно просачивающиеся по трещинам из глубины, согревают воду, доводя до кипения.

Если канал гейзера широкий и имеет более или менее правильную форму, вода, перемещаясь (циркулируя), перемешивается, закипает и выплескивается на поверхность в виде горячего источника. Если же канал извилистый и узкий, вода не может смешиваться и нагревается неравномерно. Вследствие давления сверху столба воды внизу вода оказывается перегретой и не превращается в пар. Пар выделяется отдельными пузырями. Накапливаясь внизу, сжатый пар стремится расшириться, давит на верхний слой воды в канале и поднимает ее настолько, что она выплескивается на поверхность Земли небольшими фонтанами — предвестниками извержения. Выплескивание воды уменьшает вес столба воды в канале; следовательно, давление на глубине понижается и перегретая вода, находясь выше точки кипения, мгновенно превращается в пар. Давление пара снизу так велико, что выталкивает воду из канала в виде огромных фонтанов кипятка и клубов пара.



ПОВЕРХНОСТЬ ЗЕМЛИ

РЕЛЬЕФ СУШИ

Взгляните на любую физическую карту или глобус. На них преобладают три цвета: голубой, зеленый и коричневый. Все хорошо знают, что́ обозначают эти цвета. Голубой — морские пространства, зеленый — равнины и низменности, коричневый — горы. На поверхности Земли выделяются три главнейших типа рельефа: глубокие впадины океанов и морей, плоские низменные поверхности равнин и узкие полосы высоких горных хребтов.

На карте или глобусе голубой цвет, обозначающий океаны, не всюду одинаков. В одних местах он темнее: там глубже; в других — светлее: там мельче. Значит, на дне океанов есть возвышенности и впадины, соответствующие мелким и глубоким местам.

То же самое и на суше: равнина — это плоское ровное место. Но посмотрите внимательнее и вы заметите на ней массу небольших возвышений и понижений.

Равнины пересекаются долинами рек и глубокими оврагами с крутыми склонами или покрыты невысокими холмами, создающими красивые уголки.

В горных районах высокие пики сменяются глубокими ущельями, крутые склоны — плоскими вершинами. Здесь на общем фоне гор на каждом шагу вы встречаете подъемы и спуски, создающие необыкновенно сложный рельеф.

К понятию рельефа относятся также и самые незначительные неровности на поверхности Земли, например такие, которые образуются отдельными камнями, струйками дождевых вод, корнями растений и т. д.

Как видите, понятие о рельефе очень сложное, в него входят самые различные формы — от гигантских (материки, океаны) до мельчайших.

Какие же силы участвуют в образовании различных форм рельефа? Почему эти формы так разнообразны и нельзя ли привести их в какую-то систему, чтобы легче в них разбираться и понимать их особенности?

Самый трудный вопрос — выяснить, как возникли три самых крупных типа рельефа: материки, горы и впадины океанов. На поверхности Земли можно видеть проявление различных внутренних и внешних сил. Можно ли считать, что горы, материки и впадины океанов созданы внешними силами? Нет, это будет неверно. Неровности такого огромного масштаба на поверхности Земли — проявление внутренних сил.

Чтобы в этом убедиться, рассмотрим строение наружной части Земли, которая называется земной корой.

Земная кора состоит из сравнительно легких горных пород. У самой поверхности залегают осадочные породы: пески, глины, известняки. Несколько глубже — гранит. Еще глубже — базальт. Все три слоя вместе и составляют земную кору.

Самой большой толщины земная кора достигает в горных районах — 50—80 *км*. Она гораздо тоньше под равнинными участками материков. Такие участки называются п л а т ф о р м а м и. Здесь толщина земной коры километров 30. Под океанами земная кора еще тоньше, а местами, вероятно, ее нет совсем, и тогда дно океанов сложено тяжелыми горными породами. Такие же породы залегают под земной корой и в пределах материков.

Откуда же взялась земная кора? Трудно ответить на этот вопрос. Вероятно, очень давно, несколько миллиардов лет назад, твердой земной коры не было. Наружные части земного шара были расплавлены, и в их толще происходило перераспределение частиц минералов. Легкие поднимались к поверхности, тяжелые опускались вниз.

Так образовался более или менее толстый слой сравнительно легких минералов и пород, который вначале плавал на более тяжелом, нижнем слое, а в дальнейшем затвердел. Верхний слой и есть земная кора. В дальнейшем отдельные участки земной коры сминались и кора делалась толще — это в горных районах. В других местах она разошлась и обнажились тяжелые породы верхней части мантии (см. стр. 52). Это — океанические впадины.

Внутренние силы Земли, проявляющиеся в ее толще, привели к образованию земной коры, а отсюда и возникли самые крупные элементы рельефа: равнины платформ, горы и впадины океанов. Они различаются между собой глубинным строением.

Рассмотрим особенности рельефа гор и равнин. О рельефе дна океанов см. стр. 132.

Начнем с гор. Они образовались в результате поднятия соответствующего участка земной коры, т. е. действия внутренних сил.

Одновременно в образовании гор участвуют и внешние силы: вода, ветер, ледники, подземные воды и т. д. Глубокие долины горных рек, плоские поверхности речных террас — все это создано в основном проточными водами, реками.

Внутренние силы приводят к росту гор, а внешние стремятся их уничтожить. В такой борьбе и возникает необыкновенно сложный рельеф величественных горных систем.

Изучая рельеф какого-нибудь района, мы должны оценить относительное значение внешних и внутренних сил, а затем уже выяснить, каким же образом, в результате чего и когда был сформирован данный рельеф. Обратимся к некоторым примерам.

Рассмотрите фотографию на стр. 128. Это уголок плоской прибрежной равнины, обрывающейся к морю. Как образовалась эта плоская поверхность? В стенках обрыва выходят слои горных пород, слагающих эту местность. Это породы морского происхождения, т. е. осадки, накопившиеся когда-то на дне моря и в дальнейшем затвердевшие в форме слоев. Но эти слои не только затвердели; они были еще и подняты выше уровня моря. Следовательно, поверхность, которую мы видим, представляет собой дно бывшего моря, обработанное силой морских волн и течений, выровненное, выглаженное и в дальнейшем приподнятое. Сейчас море отступило, но волны бьют о берег, размывают его, и так образуется крутой обрыв.

Эта плоская равнина была когда-то дном моря. Она выровнена, сглажена морскими волнами и течениями. Крутой обрыв образовали волны, разрушающие берег.

В других случаях мы можем наблюдать, как подобная же невысокая и плоская местность — равнина — размывается не морем, а ручьями, временными потоками воды, собирающимися в струи после дождей. При этом возникают овраги, с каждым дождем все расширяющиеся и удлиняющиеся. Они как бы разъедают поверхность Земли, уродуя ее и сокращая площади плодородных полей.

Живая сила воды в реках равнин сравнительно невелика. Но в горах реки, протекающие по круто наклонным руслам, производят большую работу: пропиливают горы, можно сказать, до их основания. При этом, изучая рельеф горных долин, мы обнаруживаем различные стадии работы рек. Где-то высоко на склонах можно заметить следы первоначального положения русла горной реки. Затем река далеко углублялась в толщу пород горного массива, и следы ее деятельности — речные осадки, речные террасы — видны ниже. И, наконец, внизу, в глубине ущелья или долины, ведет свою размывающую работу современная река.

Реки не только размывают породы. Они уносят продукты размыва (аллювий) и откладывают их в нижних частях своего течения. В результате отложения наносов образуются плоские поверхности, по которым река блуждает и извивается в различных направлениях. В дальнейшем такой район, в котором первоначально отлагались речные осадки, может испытать поднятие, тогда будут видны плоские поверхности, созданные действием реки, или слои рыхлых осадков, отложенных рекой, на большой высоте. Внизу раскинется более или менее широкая, современная пойма реки, а выше — на склонах долины—будут заметны остатки террасы, сложенной рыхлыми речными отложениями. Иногда такие террасы даже наклоняются или изгибаются в результате движений земной коры. Так отражается на формах рельефа совместное действие внутренних и внешних сил — движений земной коры

и работы рек. С особенной силой и те и другие факторы действуют в горных районах. Цепи гор сложены слоями пород, собранных в складки и высоко поднятых над уровнем моря. Но рельеф поверхности гор гораздо сложнее, чем складки в слоях. По мере поднятия гор над ними начинают работать бесчисленные ручейки и реки. Они расчленяют горный массив на множество вершин, ущелий, долин и т. д. Обломки пород реки уносят с собой и при первой возможности, т. е. при выходе из гор, откладывают их, образуя широкие конусы выноса (см. фото на стр. 132).

Отдельные гористые участки земной коры нередко испытывают поднятие.

Если движения происходят быстро, то приподнимающийся участок земной коры текучие воды не успевают размыть и на его месте образуются горы, а рядом, на опускающемся участке, — равнина, которая заполняется осадками, выносимыми реками из гор. Движения могут быть настолько быстрыми и сильными, что внешние силы не успевают разрушать и, таким образом, выравнивать рельеф, и потому поднимающийся участок Земли имеет форму уступа.

Действие внутренних сил хорошо заметно в районах, где происходят сильные землетрясения, а также бывают извержения вулканов. Взгляните на фото внизу. На переднем плане видна крупная трещина. Она возникла при землетрясении. Участок земли, левее трещины, приподнялся метра на полтора по сравнению с правым. Землетрясения — показатель и следствие современных движений земной коры, влияющих и на рельеф.

На фото (стр. 131, вверху) видна долина реки, пойма которой заросла лесом. Казалось бы, ничто не должно нарушать спокойного рельефа этой долины. Но на заднем плане поднимается высокий правильный конус вулкана. Из его кратера выходят струи пара и дыма. На склонах затвердели потоки лавы. Конус вулкана сложен слоями лавы и пепла, поднимавшимися по жерлу из глубин Земли и выброшенными из кратера. Извержения происходят довольно часто, и за несколько тысяч лет вырастает конус вулкана. Внешние силы, конечно, стремятся его размыть и сровнять с поверхностью Земли, но пока вулкан действует — это им не удается.

Эта трещина возникла при сильном землетрясении. Участок земли, левее трещины, приподнялся метра на полтора по сравнению с правым.

Струи ветра, несущие твердые частицы, так обработали скалы, что они стали похожи на руины замка.

Обратимся теперь к некоторым малым формам рельефа, созданным внешними силами, действующими на Земле.

Это — рытвины и канавки от дождевых струй, дюны и барханы, навеянные ветром, холмы, сложенные нагромождением камней, принесенных ледником, и т. д. В их образовании внутренние силы не участвуют.

На фото (стр. 131, внизу) на переднем плане видна дорога. Она проходит по дну долины вдаль, к небольшой роще, а затем долина оказывается перегороженной плотиной. Один ее край упирается в левый, оголенный склон долины, а правый — в противоположный склон, покрытый лесом. Там, за плотиной, — озеро. Но эта плотина создана не руками человека. Откуда же взялась такая могучая плотина? Она состоит в основном из обломков пород, слагающих горы выше по долине. Эти обломки принес с собой ледник, который в недавнем прошлом спускался с гор. У конца ледника лед таял, а камни, валуны, песок и глина, которые он нес с собой, скапливались. Такие нагромождения ледникового материала называются мореной (см. стр. 169). Они встречаются и в горах, и на равнинах.

Подземные воды, протекая по толще пород, которые растворяются в воде, легко размывают их. Внутри толщи пород появляются пещеры, подземные ходы, широкие трещины, а на поверхности — замкнутые впадины, воронки, естественные колодцы, промоины. Так образуется характерный карстовый рельеф, созданный не механической работой поверхностных вод, а растворяющей деятельностью подземных вод (см. стр. 184).

Ветер также участвует в формировании рельефа. Он действует непрерывно. Под действием струй ветра, которые несут с собой твердые частицы, скалы обтачиваются, шлифуются и разрушаются. При этом часто возникают сложные, причудливые формы рельефа, как видно на фото слева.

В некоторых местах ветер сгружает песчинки, которые несет с собой, насыпает из них целые холмы и перемещает их по поверхности Земли. Так он создает дюны на берегах морей, рек и озер и серповидной формы барханы в песчаных пустынях.

Мы привели лишь несколько примеров. Но уже на их основании можно сделать вывод, что рельеф всегда имеет свою историю; всегда можно выяснить, как возникли данные формы рельефа, какие силы участвовали в его разви-

Вулканы образуются под действием внутренних сил Земли. Внешние силы стремятся разрушить конус вулкана и сровнять его с поверхностью Земли, но пока вулкан действует — это им не удается.

В этой долине с гор спускался ледник; потом он растаял. Остались обломки горных пород, которые ледник нес с собой.

Бесчисленные ручейки и реки расчленяют горный массив на множество ущелий и долин. При выходе из гор реки откладывают обломки горных пород, образуя конус выноса.

тии, как он изменялся и в каком направлении будет изменяться. Все в природе изменяется, и рельеф поверхности Земли не является исключением. Он развивается под действием внутренних и внешних сил. Изучить происхождение рельефа и историю его развития — главная задача науки, которая называется геоморфологией.

ДНО МИРОВОГО ОКЕАНА

Когда мы говорим «Земля», то подразумеваем под этим словом обычно сушу, а не безбрежные воды океанов, хотя они занимают 71% поверхности планеты. В древности люди так и представляли себе, что Земля — это большой остров среди бесконечного и безбрежного океана. Давно уже известно, что Земля — это шарообразное космическое тело. Океаны — огромные водные бассейны на ее поверхности, а суша — большие острова — материки. Земная суша нам хорошо известна. Белых пятен на карте уже почти нет, остались лишь малоисследованные области: Антарктида, Гренландия, ледяные просторы Арктики, песчаные пустыни Африки и Азии, дремучие непроходимые леса Южной Америки. А вот подводные пространства Земли, скрытые поверхностью океана, таят в себе еще много неизвестного. Рельеф дна океана очень сложен и во многом отличается от поверхности суши.

Если не знать, каков рельеф дна Мирового океана, то нельзя представить себе и рельеф Земли в целом, нельзя понять, как устроена поверхность нашей планеты, действию каких процессов подчинена она.

Практическая потребность знать, как устроено дно океана, возникла у людей очень давно. Прежде всего она появилась у мореплавателей. Что ждет корабль во время плавания — огромные глубины или опасные скалистые мели,— такой вопрос задавал себе каждый, отправляясь в открытое море. Еще три-четыре сотни лет назад знатоки океана считали, что глубины его так велики, что нечего и пытаться измерять их. Иное дело у берегов морей: там моряков подстерегают многочисленные мели и рифы, там нужно зорко следить за изменениями глубин, чтобы обеспечить безопасность плавания.

По мере развития техники интерес к глубинам океана возрастал. По характеру подводного рельефа стало возможным определять место корабля и условия его плавания. Море-

плаватели научились обнаруживать лежащие на пути препятствия или приближающиеся корабли с помощью звуковых волн, которые распространяются в океане и зависят от подводного рельефа.

Геологи стали интересоваться не только сушей, но и дном морей и океанов, потому что на дне оказались полезные ископаемые. Некоторые из них очень редко встречаются на суше. Старинные легенды о кладах затонувших кораблей и поиски этих сокровищ мореплавателями — дело прошлое.

Теперь геологи интересуются колоссальными богатствами кладовых Земли, скрытыми водами океана. Географию подводного мира важно знать, чтобы лучше использовать природные богатства Мирового океана на благо человека. Этим и объясняется, что в наши дни воды океанов бороздят не только грузовые и пассажирские, рыболовные и военные корабли, но и десятки и даже сотни исследовательских кораблей, измеряющих глубины океана, исследующих циркуляцию его вод и строение дна.

Исследования рельефа дна океана начались сравнительно недавно. Первые измерения больших глубин были осуществлены в середине прошлого столетия. Это было очень трудным делом: глубину моря измеряли с помощью лота — груза, который опускали на веревке, по-морскому лотлине. Нужно было заметить момент, когда груз коснется дна, и определить длину выпущенного за борт лотлиня.

Трудность и ненадежность измерения глубин таким способом мешали исследованию дна океана. Глубину измеряли в отдельных точках, отстоявших друг от друга на значительном расстоянии. В 20-х годах нашего столетия для исследования океанов стали применять эхолоты — приборы, измеряющие глубины звуковым способом. Этот способ основан на знакомом каждому явлении отражения звука. Скорость распространения звука в воде известна. Можно по времени, протекшему от посылки звукового сигнала до возвращения эха, отраженного дном, определить глубину океана. Такие звуковые измерения глубин не требуют остановки корабля.

Уже первые опыты применения эхолотов позволили обнаружить, что дно океана имеет чрезвычайно сложный рельеф: глубокие узкие желоба, тянущиеся на сотни километров вдоль горных цепей островных дуг, глубокие извилистые каньоны (ущелья), множество высоких вулканических гор. Открытия следовали за открытиями.

Вторая мировая война прервала на время эти успешные исследования. После окончания войны одна за другой стали отправляться в плавание экспедиции для изучения океана. Они были оснащены новой техникой. Увеличились мощность эхолотов и точность автоматической регистрации глубин, записываемых на эхолотной ленте в виде профиля дна. Современные эхолоты надежно измеряют любые самые большие глубины океана (до 11 *км*) с точностью до 1 *м*. Эхолоты не прерывают работы в самые сильные штормы.

Всему миру известны работы экспедиций на советских кораблях «Витязь», «Обь», «Михаил Ломоносов» и др. Корабли Академии наук СССР и рыбной промышленности уже побывали во многих частях Мирового океана. Однако Мировой океан так велик, что ни одной стране не под силу исследовать все его районы. Поэтому большое значение имеют международные исследования по единому плану, как это было во время последнего Международного геофизического года.

Среди зарубежных экспедиций последних лет много интересных сведений о рельефе дна океана собрали шведская экспедиция на корабле «Альбатрос», датская — на «Галатее», английская — на «Челленджере II» и «Дискавери II», японская — на «Риофу Мару» и многочисленные американские экспедиции.

Современные карты Мирового океана, составленные учеными, показывают действительную картину подводного рельефа.

Представьте себе, что каким-то чудом вода океанов вдруг исчезла, тогда вашему взору открылся бы странный и необычный мир: множество горных хребтов, отдельных гор и между ними бескрайние плоские равнины. Этот подводный мир ни с чем нельзя сравнить, настолько он отличается от всего, что мы видим вокруг себя на суше.

Астрономы, знакомые с рельефом Луны по новейшим подробным фотографиям, удивляются сходству его с рельефом дна Мирового океана.

Острова-материки возвышаются над ложем океанов в среднем на 5—6 *км*. Характерные для поверхности материков равнины продолжаются под водой и окаймляют все материки. В некоторых местах, например в Арктике, затопленные равнины тянутся на сотни километров. Ученые предполагают, что в последние 10 тыс. лет, после того как растаяли материковые ледники, покрывавшие огромные пространства суши, океанские воды «вышли из

берегов». Затопленные равнины называют материковыми отмелями или шельфами. Поверхность их очень ровная, и лишь изредка встречаются невысокие холмы ледникового происхождения или неглубокие долины — остатки древних речных долин. Поверхность материковых отмелей очень полого наклонена в сторону океана.

На глубине от 80 до 250 *м* отмели резко обрываются. Обрыв к глубинам океанского ложа — это материковый склон. Он очень крутой (в среднем до 4—6°, а местами 45°) и высокий — до 4—5 *км*. Поверхность материкового склона сложная: она раздроблена системой ступеней и уступов, расчленена многочисленными глубокими каньонами. Местами на поверхности материкового склона протягиваются подводные продолжения горных хребтов и долин суши. Встречаются глубокие замкнутые котловины. Их отделяют от океана подводные или отчасти выступающие над водой горные хребты в виде островных гряд.

У подножия материкового склона часто лежат глубокие и узкие океанические желоба. В них находятся величайшие глубины океана — свыше 10 *км*. Далее идет ложе океана. Глубины его в самых удаленных от берега районах обычно не превышают 6,5 *км*.

Морские волны с течением времени срезают даже твердые скалы и засыпают песком и илом впадины и долины. Перемещения береговой линии в сторону суши после таяния ледников и поднятия уровня океана привели к тому, что под воздействием волн оказались пространства дна начиная с глубин порядка 170 *м*.

Поверхность материковых склонов слегка выравнивается осадками, которые приносят волны и течения. При этом основная часть осадков — мелкозернистого песка и ила — не удерживается на материковом склоне: течения смывают их в открытый океан. Там же, где осадки все же накапливаются, часто происходят оползни, переходящие затем в стремительные потоки, подобные грязевым потокам на суше. У подножия материкового склона откладывается много осадков.

Ширина материковых склонов благодаря крутому падению их поверхности обычно невелика — около 100—200 *км*. Когда материковые склоны окаймляют островные дуги, ширина склонов резко возрастает.

На материковых склонах часто бывают землетрясения. Края материков поднимаются или опускаются, трескаются, выгибаются. Островные дуги отделяют от океана глубокие котловины окраинных морей, таких, как моря Берингово, Охотское и Японское.

Глубоководные желоба вблизи островных дуг или краевых горных хребтов материков имеют большую протяженность — до 1000—2000 *км*, ширина их едва превышает 20—30 *км*, они на 3—4 *км* глубже ложа океана. Это как бы ущелья с крутыми склонами (крутизной до 15—45°) и узкой полоской ровного плоского дна в самом низу, где скапливаются осадки. Бóльшая часть землетрясений и вулканических извержений на Земле происходит в районах островных дуг.

Островные дуги есть во всех океанах, но их особенно много в Тихом. Землетрясения в области материковых склонов и островных дуг часто порождают разрушительные волны — цунами.

От подножия материковых склонов и за глубокими рвами океанических желобов начинаются просторы океанского ложа. Поверхность ложа океана представляет собой огромную равнину, на которой встречаются различные поднятия — горные хребты, валы и возвышенности. Они разделяют ложе океана на ряд котловин. В зависимости от расположения этих котловин в них могут накапливаться с различной скоростью донные осадки. Если накопление осадков происходит быстро, то первичные неровности ложа выравниваются и получается равнина. Подводные горы и холмы обязаны своим происхождением, по-видимому, главным образом вулканизму. По существу все дно океана — арена вулканических явлений. Лавовые поля занимают на дне океана огромные пространства, но большей частью они уже прикрыты слоем донных осадков.

Возвышенности на дне океана могли образоваться и тектонически, т. е. представлять собой приподнятые глыбы.

Наиболее значительные поднятия, разделяющие ложе океана на котловины,— срединные хребты. Впервые их обнаружили в Атлантическом океане, а потом и во всех других океанах. Это величественные горные сооружения шириной в несколько сотен километров и высотой около 2—3 *км*. Хребты состоят из нескольких параллельных горных цепей. Склоны хребтов опускаются широкими ступенями. В самой высокой центральной части хребтов, вдоль их гребня, протягиваются глубокие долины. Срединные хребты различных океанов соединяются друг с другом и образуют единую планетарную систему хребтов. Предполагают, что срединные хребты

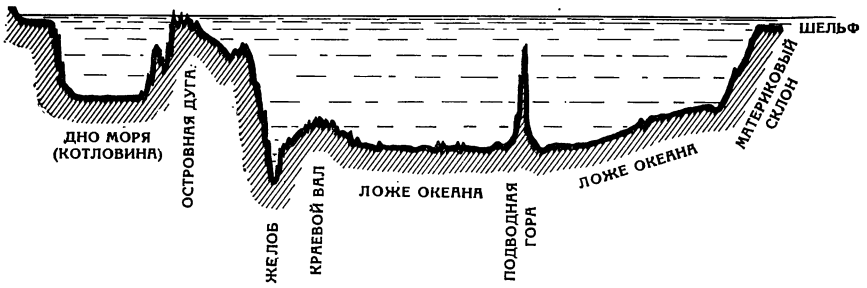
образуются над зонами, где кора Земли испытывает одновременно вспучивание, расплавление и растяжение. Здесь же происходят частые извержения и излияния лавы.

Срединные хребты лучше всего выражены в Атлантическом и Индийском океанах, значительно хуже — в Тихом и Северном Ледовитом. По-видимому, это объясняется различиями в строении земной коры. На океанском ложе встречаются горные хребты и другого типа: узкие, вытянутые высокие хребты с крутыми склонами. Эти хребты называются глыбовыми в отличие от срединных. Они не подвержены землетрясениям. К их числу относится подводный хребет Ломоносова в Северном Ледовитом океане. Есть еще одна разновидность подводных хребтов — вулканические. Они образованы цепочками подводных вулканов, сидящих на общем цоколе и сомкнувшихся своими склонами так, что создали единый горный хребет. Таков, например, подводный Гавайский хребет, протянувшийся к северу от Гавайских о-вов.

На ложе океана встречаются широкие массивные поднятия с очень пологими склонами, их называют в а л а м и. Очень часто на поверхности валов располагаются конусообразные подводные горы. Вершины некоторых из них выступают над поверхностью воды в виде островов. Это бывшие вулканы или огромные коралловые постройки, выросшие на вершинах вулканов. Океанические волны не могут разрушить стену кораллового рифа, кольцом окружающего вулканический остров. Вершина вулкана может исчезнуть под водой, а коралловый остров поднимется над нею, так как кораллы растут довольно быстро.

Почему же вулканы погружаются в океан? Оказывается, земная кора на дне океана способна прогибаться под тяжестью вулканических гор. Кораллы надстраивают над утопающим островом стены рифов, и получается кольцеобразный коралловый остров — атолл. Множество атоллов разбросано по просторам океанов, но особенно много их в Тихом океане. Рифообразующие кораллы живут только в теплых тропических водах.

Сочетание подводных гор с широкими валами довольно обычно для океанского ложа. Однако горы и валы бывают не связаны между собой. Так, например, очень характерны для



Профиль океанического дна.

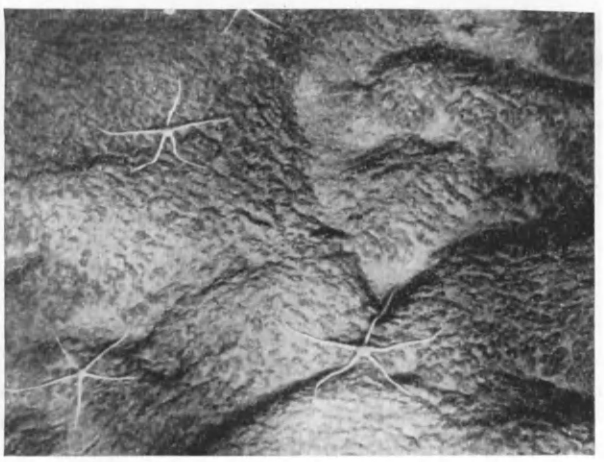
дна океана так называемые к р а е в ы е в а л ы. Они протягиваются по краям океанского ложа вдоль глубоководных желобов.

Есть еще одна замечательная особенность строения поверхности океанского ложа: так называемые з о н ы р а з л о м о в — необычайно узкие и длинные полосы в несколько тысяч километров. Зоны разломов представляют собой как бы швы между отдельными глыбами, или плитами, земной коры. По этим швам смещались плиты относительно друг друга, происходили горизонтальные сдвиги на сотни километров и одновременно вертикальные сбросы — когда одна плита опускалась относительно другой на тысячи метров.

Рельеф океана влияет на формирование океанских течений. Подводные горы и хребты, оказываясь на пути движения течений, изменяют их направления и вызывают резкое возрастание скоростей в придонном слое воды.

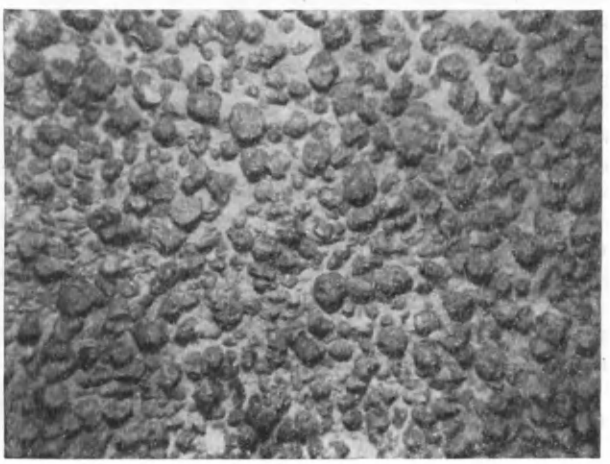
Выравниванию подводного рельефа способствуют различные осадки, попадающие на дно океана. Накопление осадков происходит очень медленно. В среднем за 1000 лет накапливается слой около 10 *мм*. Новейшие исследования показывают, что минимальные скорости накопления осадков в Тихом океане едва достигают 0,3—0,4 *мм* за тысячу лет, тогда как в окраинных морях за это же время накапливаются десятки сантиметров осадков. Различают четыре основных типа осадков: сносимые с суши — т е р р и г е н н ы е, происходящие из остатков живых организмов — б и о г е н н ы е, выпадающие из растворов химическим путем — х е м о г е н н ы е и образующиеся в результате деятельности вулканов — в у л к а н о г е н н ы е.

Скорость накопления осадков различного типа может сильно изменяться в зависимости от места. Например, терригенные осадки, как правило, быстрее накапливаются вблизи побережий: их приносят с суши реки и волны,



Морские звезды на дне океана.

разрушающие берега. Биогенные осадки накапливаются в водах океана, где условия благоприятны для развития жизни. Например, в антарктических водах бурно развиваются мелкие диатомовые водоросли с кремнистым скелетом. Отмирающие диатомовые водоросли осаждаются на дно и образуют диатомовый ил, состоящий главным образом из кремнистых скелетиков. В тропических районах океана чрезвычайно широко развиты известковые илы, образованные мелкими раковинками простейших организмов — фораминифер и птеропод, а также обломками кораллов. Скорость накопления биогенных осадков в открытых частях океана обычно превышает почти в 10 раз скорость накопления выносимых туда терригенных осадков. Это и понятно: ведь биогенные осадки накапливаются на дне, где в изобилии живут живые организмы, а терригенные приносятся издалека и по дороге большей частью уже оседают на дно.



Железо-марганцевые конкреции на дне океана.

Хемогенные осадки в открытом океане накапливаются, как правило, очень медленно. Однако в некоторых обособленных частях океанов и морей, где вода быстро испаряется и образуются насыщенные растворы солей, выпадение этих солей в осадок происходит очень быстро. Например, в заливе Каспийского моря— Кара-Богаз-Голе скорость накопления соли на дне достигает нескольких сантиметров за сто лет. Вулканогенные осадки, образующиеся за счет извержения надводных и подводных вулканов, накапливаются, понятно, быстрее всего там, где много вулканов.

Движение воды при волнении моря производит большую разрушительную работу на морских берегах и перемещает колоссальные массы взвешенной в воде мути, постепенно оседающей на дно. Однако еще больше осадочного материала переносят на большие расстояния течения, которые подобны быстрым рекам, протекающим среди океана. В зоне наиболее сильных океанских течений, таких, как Куросио, Гольфстрим и Экваториальное, на дне образуются полосы мощных донных осадков. Существует особый вид течений, точнее, потоков, так как они действуют не постоянно. Это мутьевые потоки, которые стекают с большой скоростью с подводных склонов и выносят с мелководий в пониженные области дна огромные количества осадков. Благодаря этому дно глубоких котловин особенно быстро заполняется донными осадками и образуются плоские равнины. Такие формы рельефа часто встречаются в Атлантическом и в северной части Индийского океана, в антарктических водах и в Северном Ледовитом океане.

В некоторых районах океана образуются осадки смешанного типа — полигенные, накапливающиеся чрезвычайно медленно. Такие осадки получили название глубоководных красных глин. Красновато-коричневый цвет осадков зависит от большого количества железа и марганца. Во многих районах содержание железа и марганца в осадке бывает настолько значительным, что образуются шарообразные скопления — конкреции. Железо-марганцевые конкреции — ценная руда для добычи железа, марганца и других металлов, таких, как молибден, никель, кобальт. Добыча океанской руды может восполнить отсутствие некоторых руд на суше. Уже раз-

работаны проекты добычи океанской руды с помощью специальных землесосных снарядов.

В темных пучинах океана действуют те же законы развития, что и на освещенной солнечными лучами поверхности Земли. Лик Земли, скрытый океанами, живет и меняется, а его очертания помогают нам раскрыть строение планеты и узнать ее историю.

Рельеф дна океанов, как видите, очень сложен. Его происхождение связано с деятельностью двух процессов: тектонических движений, обусловливаемых внутренним развитием тела Земли, и поверхностных процессов, вызываемых воздействием на твердую оболочку Земли внешних влияний атмосферы и водной толщи океанов.

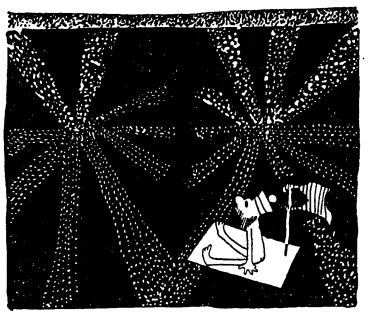
„Волшебная мельница"

В темные безлунные ночи в открытом океане морякам приходилось наблюдать любопытное зрелище: вдруг на поверхности воды вспыхивают яркие полосы, сверкающие зеленоватым светом. Полосы быстро и непрерывно вращаются, словно спицы гигантского колеса. Случается, что на поверхности моря вспыхивает сразу несколько «колес», тогда центры, вокруг которых вращаются «спицы», бывают обычно хорошо видны с корабля. Очень часто «колеса» вращаются в противоположном ветру и волнам направлении. Необычайное свечение длится 15—20 минут, иногда около часа. Моряки часто называют это явление «волшебной мельницей». В корабельных журналах можно встретить такие записи: видели «колдовское зрелище» или «фосфоресцирующее чудо».

Свечение поверхности моря происходит при скоплении мелких фосфоресцирующих (самосветящихся) микроорганизмов в одном месте, чаще всего это бывает в периоды их массового размножения. Спицы колеса «волшебной мельницы» — это тоже результат свечения морских фосфоресцирующих организмов.

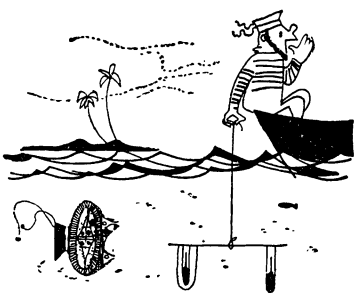
Но почему они светятся полосами и почему эти полосы вращаются?

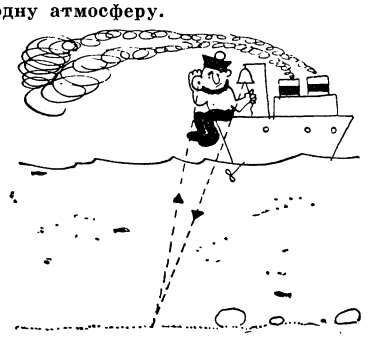
По этому поводу высказывалось много предположений. Ученые исследовали несколько тысяч записей в вахтенных судовых журналах и высказали наиболее вероятную догадку. Организмы «волшебных мельниц» светятся под влиянием ударных волн, возникающих при небольших местных подводных землетрясениях или моретрясениях. При сложном рельефе дна волны сталкиваются и приобретают вращательное движение. Там, где проходит гребень волны, организмы начинают светиться. Свечение поверхности моря следует за движением гребней бегущих волн.

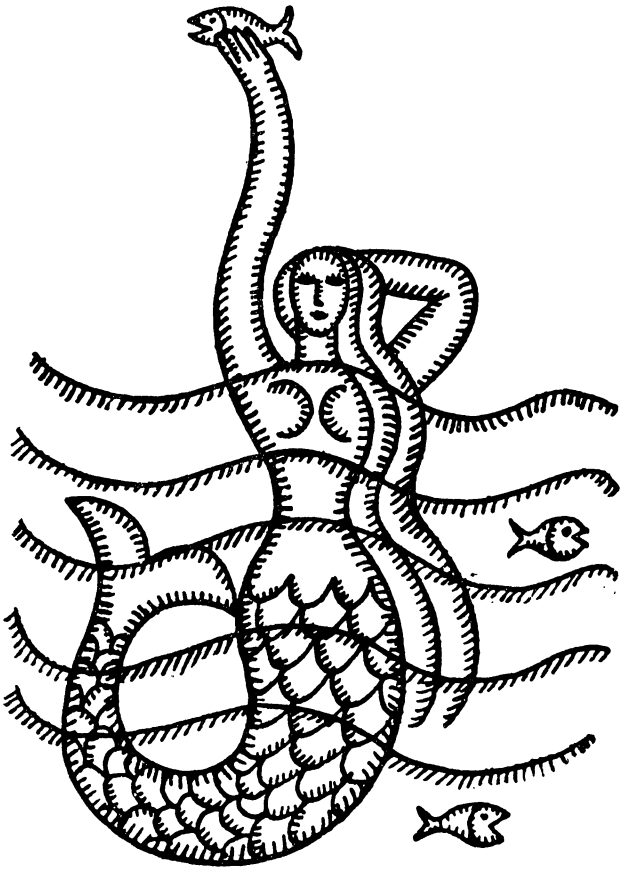


Как термометром измеряют глубины моря

Издавна моряки измеряли глубину на мелком месте шестом, а на глубоком — лотом. На смену лоту недавно пришел эхолот — прибор, измеряющий глубину по скорости, с которой звук проходит от поверхности моря до дна и отраженное его эхо — от дна к поверхности моря. Эхолот — очень точный прибор, но пригоден лишь в тех случаях, когда звук на своем пути встречает сравнительно большую отражательную поверхность. А вот как с точностью определить глубину погружения приборов, опускаемых при исследованиях в море? Прежде всего, конечно, по длине троса, на котором опущен прибор. Но если судно дрейфует по ветру, трос отклоняется от вертикали иногда на 20—30° и даже больше. Проверить глубину погружения приборов, оказывается, можно с помощью термометра. В море опускают два термометра в одной общей раме. У одного стеклянный резервуар с ртутью свободно омывается водой, у другого он защищен от соприкосновения с водой наружной стеклянной трубкой. Оба термометра показывают температуру воды, но в незащищенном — под давлением воды столбик ртути поднимается немного выше, чем в защищенном. По разнице показаний термометров можно определить давление столба воды, а по давлению — вычислить глубину. Эти подсчеты не представляют никаких затруднений, так как на каждые 10 м глубины давление в море увеличивается на одну атмосферу.







ВОДНАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

ОКЕАНЫ И МОРЯ

КАК ОБРАЗОВАЛИСЬ МОРЯ

Известно, что Земля по форме очень похожа на шар, но на его поверхности имеются значительные понижения и поднятия. Разность уровней между ними доходит до 20 *км*. Естественно поэтому, что выпадающая из атмосферы вода, стекая по наклонным поверхностям, собирается в понижениях. Эти скопления воды положили начало океанам и морям.

Посмотрите на глобус или карту полушарий и вы увидите, что все океаны и моря соединены между собой. На этом основании знаменитый русский ученый, географ и океанограф[1] Юлий Михайлович Шокальский назвал всю совокупность океанов и морей Мировым океаном.

Мировой океан обычно принято делить на четыре океана: Северный Ледовитый, Атлантический, Тихий и Индийский.

[1] Океанография — наука, изучающая океаны и моря. Океанограф — ученый, посвятивший себя этой науке.

Северный Ледовитый океан находится внутри почти сплошного материкового кольца, охватывающего приблизительно по Северному полярному кругу пространство вокруг Северного полюса (Европа, Азия, Северная Америка, Гренландия, Исландия).

От этого материкового кольца по направлению к Южному полюсу тянутся три материковых «языка»: американский (Северная и Южная Америка), европейско-африканский (Европа и Африка) и азиатско-австралийский (Азия и Австралия). Между ними последовательно находятся Атлантический, Индийский и Тихий океаны, соединенные между собой на юге проливами между южными оконечностями материковых «языков» и материком Антарктиды.

Непрерывное океаническое кольцо вокруг Антарктиды, обладающее общими свойствами, можно выделить в пятый океан — Южный Ледовитый, или Антарктический. Границы между океанами показаны на физической карте мира.

В каждом океане есть соединенные с ним моря и заливы.

Моря по свойствам воды (соленость, температура, биологические и химические особенности) заметно отличаются от соседних с ними частей океана. У заливов такой разницы практически нет. Например, в Бискайском заливе по существу вода Атлантического океана, в Австралийском — Индийского. Вода же Красного моря значительно солонее, чем в Индийском океане, а в Белом море и особенно Балтийском и Азовском соленость меньше океанической.

На картах названия «море» и «залив» употребляются не всегда правильно. Так, например, «заливы» Гудзонов, Мексиканский, Калифорнийский, Персидский на самом деле не заливы, а моря. «Моря» же Каспийское, Аральское, Мертвое — не моря, а бессточные озера: они не соединены с Мировым океаном, не являются его частями. Эти неточности возникли в далеком прошлом, когда океанография еще не установила, что́ нужно называть «морем», а что́ «заливом».

ПОЧЕМУ ВОДА ОКЕАНОВ И МОРЕЙ СОЛЕНАЯ

Главная особенность воды океанов и морей — соленость. Принято измерять соленость числом граммов солей, содержащихся в килограмме морской (океанической) воды, и обозначать это число большой латинской буквой S. Так как в килограмме 1000 граммов, то, следовательно, соленость выражается в тысячных долях. Их называют п р о м и л л е (по-латыни «про милле» — на тысячу) и обозначают знаком $^0/_{00}$.

Средняя соленость Мирового океана 35 промилле ($S = 35^0/_{00}$), т. е. в килограмме океанической воды в среднем содержится 35 *г* различных солей.

Откуда взялись эти соли, как они попали в воду Мирового океана?

Водяной пар, находящийся в атмосфере, не содержит никаких солей. Обычно при конденсации в воздухе он оседает на пылинках и частично или полностью их растворяет. Поэтому уже дождевые капли содержат растворенные соли. Выпав на поверхность суши, дождевая вода соприкасается с различными минералами и частично также растворяет составляющие их соли. Таким образом, во всякой природной воде есть различные растворенные соли. Их нет только в так называемой дистиллированной воде, получаемой в лабораториях.

Если соленость природной воды менее одного промилле, то ее называют пресной.

Природные пресные воды частью испаряются, а частично с суши стекают в Мировой океан, постепенно увеличивая запасы его солей, так как испаряющаяся с поверхности океанов и морей вода не захватывает с собой содержащихся в ней растворенных солей.

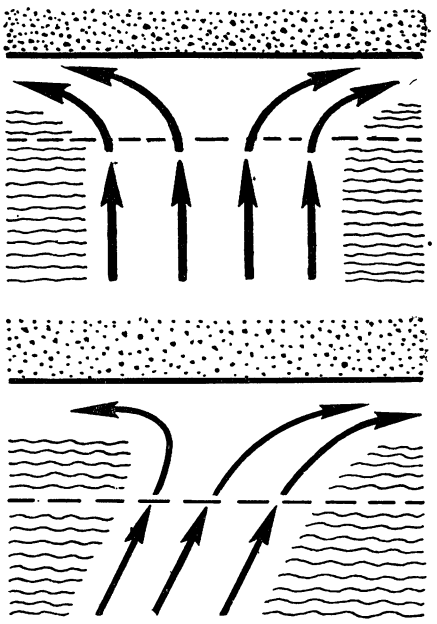
Этот процесс осуществлялся в течение миллиардов лет, и в результате его в Мировом океане накопилось огромное количество солей, создавших современную соленость океанической воды. В поверхностных слоях океанов и морей могут наблюдаться значительные отклонения от средней величины солености ($35\ ^0/_{00}$).

В экваториальной зоне выпадает очень большое количество осадков — годовой слой больше 2 *м*, а испарение оказывается меньше этой величины. В результате соленость океанической воды в экваториальной зоне несколько меньше $35^0/_{00}$.

В субтропиках (около тридцатой параллели) дождей очень мало, погода ясная, сухая, испарение очень большое. В итоге соленость повышается, доходя в северном полушарии до $38^0/_{00}$, а в южном — до $37^0/_{00}$.

В умеренной зоне по сравнению с субтропиками количество осадков увеличивается, а

испарение уменьшается, поэтому соленость поверхностной океанической воды близка к нормальной. Далее, к полюсам, в условиях холодного климата испарение резко уменьшается и соленость приполярных вод в обоих полушариях меньше $35^0/_{00}$.



Так меняется направление течения, когда берег прямолинеен.

Таким образом, в распределении солености поверхностных вод Мирового океана вдали от берегов наблюдается определенная закономерность: около экватора полоса (зона) пониженной солености, по обе стороны от нее, в субтропиках, соленость повышенная, далее, к полюсам, она постепенно уменьшается. В приполярных пространствах соленость ниже средней.

У берегов материков большую роль играет сток пресной воды, выносимой с суши реками. Естественно, что около устьев Амазонки, Конго и других больших рек, выносящих тысячи кубических километров пресной воды, соленость значительно снижается.

Особенно большое значение для солености морей имеет сток с суши. В Красное море реки не впадают, а испарение очень большое, поэтому его соленость выше океанической. В Балтийское море впадают большие реки (Нева, Западная Двина, Висла, Одра и др.) — его средняя соленость меньше $10^0/_{00}$, а в восточной части Финского залива, где впадает Нева, вода почти пресная.

В Черное море несут свои воды Дунай, Днепр, Днестр, Риони, и соленость его поверхностных вод только $18^0/_{00}$. Еще меньше соленость Азовского моря (около $12^0/_{00}$) благодаря водам, которые приносит Дон.

Так как попадающие в Мировой океан воды суши содержат в растворе все соли, входящие в минералы, которые слагают земную кору, химический состав солености океанической воды очень сложен.

Тщательные химические анализы проб воды, взятых во всех океанах от поверхности до дна, обнаружили, что соотношения между химическими элементами, составляющими соленость, везде одинаковы. Растворенные в морской воде соли находятся в ней в следующей пропорции (в %):

Хлориды (соли соляной кислоты)	88,7
Сульфаты (соли серной кислоты)	10,8
Карбонаты (соли угольной кислоты)	0,3
Остальные соли	0,2

Такое постоянство пропорции различных солей еще одно из доказательств единства Мирового океана. Оно — результат перемешивания океанических вод.

В речной воде, в отличие от морской, больше всего карбонатов. Куда же они исчезают, попав в Мировой океан? Их используют обитающие в морской воде живые организмы для построения своих раковин и скелетов.

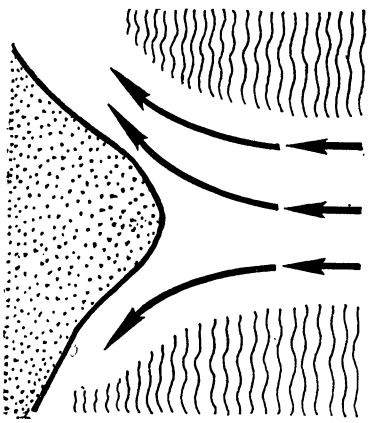
ТЕЧЕНИЯ

Летом 1881 г. в Северном Ледовитом океане к северо-востоку от Новосибирских о-вов затонуло раздавленное льдами судно американской полярной экспедиции «Жаннета». А в 1884 г. различные предметы, принадлежавшие этой экспедиции, были найдены у берегов Гренландии. Пемзу, выброшенную в 1883 г. при извержении вулкана Кракатау в Зондском проливе, через год находили у берегов Мадагаскара. Таких примеров много. Во всех частях Мирового океана вода может перемещаться на огромные расстояния. Такие горизонтальные движения воды называют морскими течениями.

Кроме давно известных поверхностных течений, существуют еще глубинные и придонные.

Каждый из нас знает, что вода течет по наклонной поверхности. В реках вода перемещается от мест, где уровень воды выше, туда, где он ниже (вниз по течению).

Поверхность воды, предоставленная самой себе, стремится занять горизонтальное положение, и, когда оно достигнуто, движение воды прекращается. Это легко проверить, налив воду в таз. Но если на такую успокоившуюся горизонтальную поверхность начать дуть, то вода придет в движение, возникнет «течение».



Так меняется направление течения, когда на пути его оказывается мыс.

И действительно, одной из причин возникновения поверхностных течений в Мировом океане являются ветры. Вызванные ими течения называются ветровыми или дрейфовыми [1].

Глубинные и придонные течения обычно связаны с неодинаковой плотностью воды. Более соленая или более холодная вода тяжелее менее соленой или теплой, и поэтому при их встрече более плотная соленая или холодная вода уходит в глубину.

Так, более плотная соленая и теплая атлантическая вода при встрече с менее плотной водой Северного Ледовитого океана опускается вглубь, распространяясь до Северного полюса и далее по направлению к Северной Америке.

В проливе Босфор существует придонное течение более соленой воды из Мраморного моря в Черное, а на поверхности движется менее соленая черноморская вода в противоположном направлении.

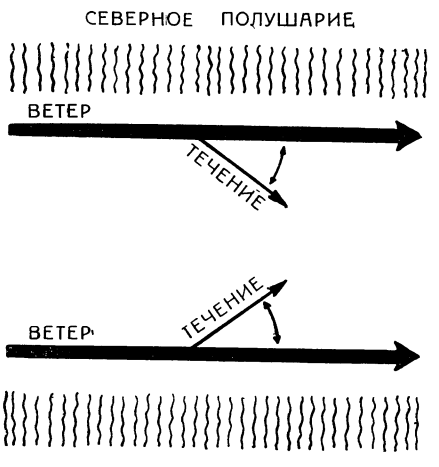
В изолированных частях Мирового океана могут возникать наклонные поверхности моря. Они создают так называемые стоковые, или сточные, течения. Так, например, в южной части Карского моря приток вод из Оби и Енисея поднимает его уровень и к северу направляется Обь-Енисейское сточное течение.

Наибольшее значение имеют течения на поверхности. Они оказывают существенное влияние на климат, с ними должны считаться мореплаватели. Даже при небольшой скорости экваториальных течений Атлантического океана (от 20 до 65 *км* в сутки) они могут сместить корабль с принятого курса на 40—50 *км* в сторону.

Важнейшей причиной возникновения течений, как мы видели, является ветер.

Прежде полагали, что направление поверхностных течений везде совпадает с направлением вызвавшего их ветра. Это соответствует действительности на небольших водных пространствах и на мелководье. В открытом же океане, на больших глубинах и на достаточном расстоянии от берегов, начинает сказываться влияние вращения Земли, отклоняющее течение от направления вызвавшего его ветра в северном полушарии вправо, а в южном — влево.

Двигающийся поверхностный слой воды трением увлекает за собой лежащий под ним слой. Вращение Земли заставляет в северном полушарии этот второй слой отклониться от



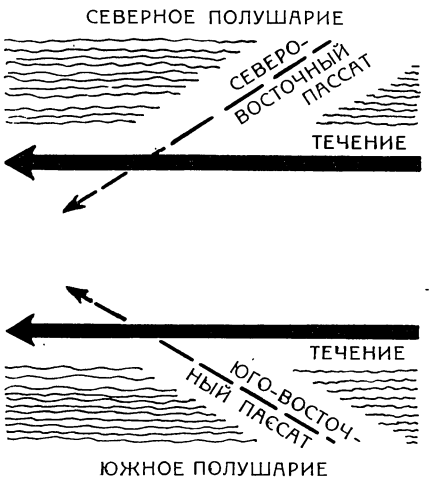
Так образуется угол между направлением ветра и течением. В северном полушарии под влиянием вращения Земли течение уклоняется вправо, а в южном — влево.

поверхностного вправо. Второй слой приведет в движение третий, который так же отклонится вправо от него, и т. д. В конце концов на некоторой глубине океана (обычно несколько сотен метров) течение примет направление, противоположное поверхностному, и практически затухнет. Эта глубина называется глубиной

[1] Дрейф — морской термин, означающий снос, в частности под действием ветра.

ной дрейфового течения. В южном полушарии происходит то же самое, только отклоняются течения влево.

Таким образом, в открытом океане на больших глубинах ветровые (дрейфовые) течения не доходят до дна. Когда течение из открытого океана направляется к берегу и выходит на мелководье, оно раздваивается. Одна ветвь уходит вдоль берега направо, а другая — налево. Если течение подходит к прямолинейному берегу перпендикулярно, оно делится на одинаковые части. В том случае, когда течение не перпендикулярно берегу, получающиеся ветви



Углы между северо-восточным и юго-восточным пассатами и морскими течениями.

неодинаковы и большая ветвь уходит в сторону тупого угла.

Если берег образует выступ, то приближающееся к нему течение разрезается им на две струи, проходящие справа и слева от него.

Для того чтобы ветровые течения были достаточно устойчивы, нужно, очевидно, чтобы вызывающие их ветры дули постоянно. Таким свойством, как известно, обладают пассаты (см. стр. 196). Они и создают основные поверхностные течения, идущие по обе стороны от экватора с востока на запад. Прежде их называли экваториальными, а теперь стали более правильно именовать пассатными. На рисунке, изображающем в упрощенном виде океан, они показаны стрелками *1* и *2*. Подойдя к западному берегу океана (восточному берегу материка), они раздваиваются. Течение Северное пассатное дает ветви *3* и *4*, а Южное пассатное — *5* и *6*. Течения *4* и *6* идут навстречу друг другу, сливаются и двигаются вдоль экватора с запада на восток, образуя экваториальное противотечение (стрелка *7*). Течения же *3* и *5* около сороковых параллелей подхватываются западными ветрами и уходят в открытый океан (стрелки *8* и *12*).

Течение *8*, дойдя до восточного берега океана (западного берега материка), раздваивается. Правая ветвь (стрелка *9*) направляется к югу и сливается с Северным пассатным, замыкая северное пассатное кольцо течений (стрелки *1*, *3*, *8* и *9*), а левая ветвь уходит на север, обогревая своей водой западные берега соответствующих материков (Европы и Северной Америки). Из Атлантического океана теплая вода переходит в Северный Ледовитый океан, где из-за большой солености уходит в глубину.

Вдоль западных берегов океана северо-восточные ветры создают холодное течение, идущее с севера на юг (стрелка *11*).

Течение *12*, дойдя до восточного берега океана (западного берега материка), так же как течение *8*, раздваивается. Левая ветвь (стрелка *13*) идет на север к экватору и смыкается с Южным пассатным (стрелка *2*), образуя южное пассатное кольцо течений (*2*, *5*, *12* и *13*), а правая ветвь (стрелка *14*) уходит на восток мимо южной оконечности соответствующего материка в соседний океан. Очевидно, что с другой стороны,

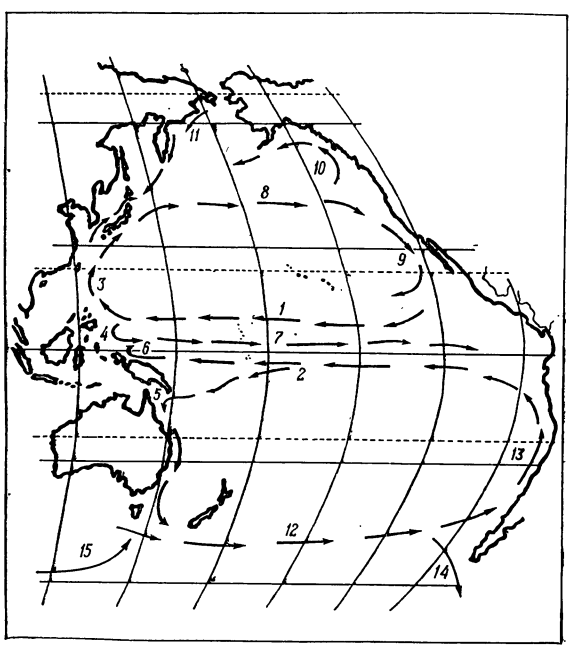


Схема течений Тихого океана.

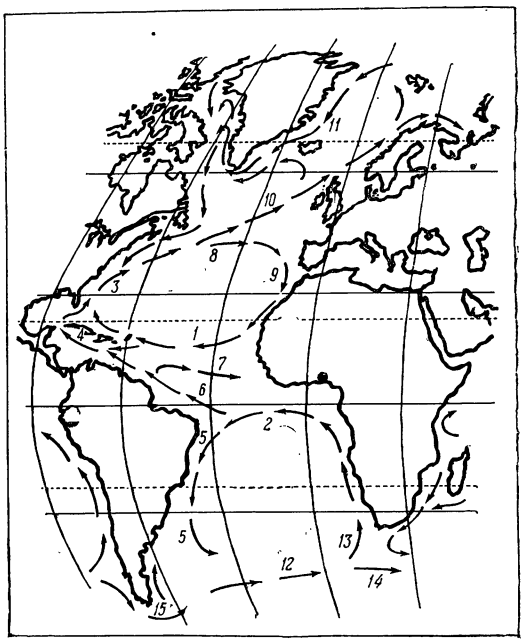


Схема течений Атлантического океана.

с запада, приходит такое же течение (стрелка *15*).

Течения *12*, *14* и *15* сливаются друг с другом во всех трех океанах и образуют непрерывное кольцо течений вокруг Антарктиды.

В океанах Атлантическом и Тихом имеются оба экваториальных кольца течений, в Индийском же только одно. На карте показана действительная картина течений Мирового океана. Естественно, что острова и непрямолинейные берега делают ее более сложной.

Очевидно, что течения, идущие вдоль меридианов от экватора, несут более теплую воду, а к экватору — более холодную.

На рисунке течения *3*, *5* и *10* будут теплыми, а течения *9*, *11* и *13* — холодными. Остальные течения несут воду с температурой, соответствующей их географическому положению.

НАГОН ВОДЫ, „МОРЯНА“, ПРИЛИВЫ

Хорошо в тихий, ясный летний день на пологом песчаном берегу Финского залива. На пляже много людей, приехавших к морю отдохнуть, загореть, покупаться, набраться сил и здоровья. Проходят часы. Но вот подул ветер с залива. По спокойной ранее глади моря побежали волны с белыми гребешками — «барашками», и вода стала угрожающе подбираться к разложенным по песку вещам. Их приходится переносить подальше, на более высокое место. Ветер поднял уровень воды, затопил берег, «нагнал» воду, возник так называемый н а г о н воды. Если бы ветер подул с берега, то он «согнал» бы воду — произошел бы с г о н.

В Финском заливе колебания уровня зависят преимущественно от ветра. Когда очень сильный ветер дует продолжительное время с запада, то он нагоняет воду в восточную часть залива. Вода поднимается и заливает низменные районы Ленинграда. В городе начинается наводнение. Самое катастрофическое из них было в ноябре 1824 г. Оно описано Пушкиным в поэме «Медный всадник». Вода поднялась на 4 *м*, и почти весь тогдашний Петербург оказался затопленным.

Так же как на Финском заливе, в Черном и Азовском морях уровень воды зависит прежде всего от ветра. Дует ветер с моря — вода поднимается, наступает на берег, дует с суши — вода отходит, дно на очень мелких местах обнажается. Особенно большие нагоны бывают на Азовском море около Таганрога и в устье Дона. Ветер иногда поднимает там уровень воды больше чем на 2 *м*. Маловодные протоки становятся в это время судоходными. Но такого ветра с моря — «м о р я н ы» — иногда приходится ждать неделями.

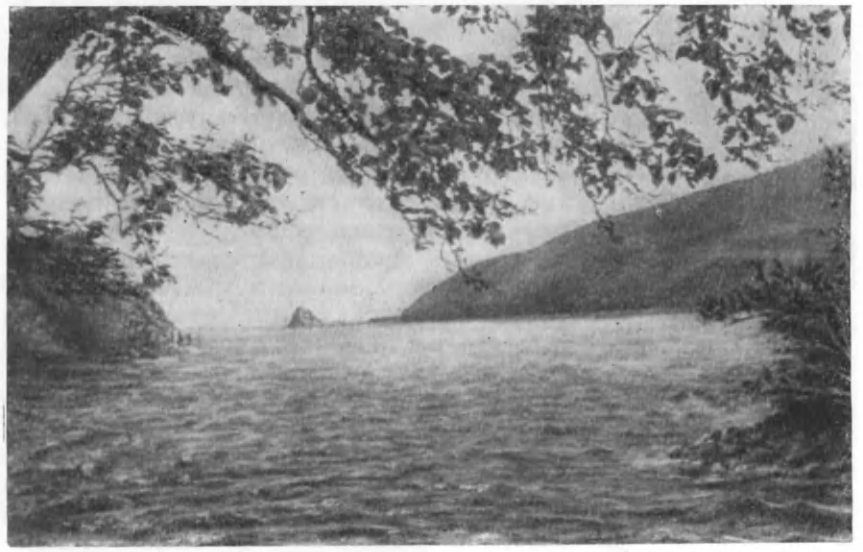
У берегов океанов и некоторых морей (например, Белого, Охотского и др.) наблюдаются периодические, не зависящие от ветра поднятия и опускания уровня воды.

Предположим, что мы с вами идем по невысокому крутому обрывистому беломорскому берегу Канина п-ова около устья р. Чижи. Ветер дует с моря. Волны, крутясь, бьют о береговой уступ, иногда заплескивая на то место, где мы остановились. Широкая Чижа заполняет всю долину почти вровень с берегами.

Уйдемте от моря и вернемся к нему через шесть часов. Ветер по-прежнему дует с моря, но картина резко изменилась. Вода опустилась, отошла от обрыва, на котором мы с вами стояли, и на большое расстояние обнажила дно с многочисленными камнями, разбросанными в беспорядке.

Чижа, теперь неширокая и мелководная, струится по дну довольно глубокой долины.

Что же случилось с морем? Почему его уровень упал на несколько метров, хотя направление ветра не менялось?



Устье реки Чижи во время прилива (вверху) и отлива (внизу).

Мы стали свидетелями одного из замечательных явлений на земном шаре, свойственных Мировому океану,— п р и л и в а.

Наибольшее поднятие воды во время прилива (максимальный уровень) называется п о л н о й в о д о й, а наибольшее опускание во время отлива (минимальный уровень) — м а л о й в о д о й.

В случае так называемых правильных приливов за 24 часа 50 минут происходят два прилива и два отлива. Средняя продолжительность одного прилива и одного отлива равна 6 часам 12,5 минуты.

Допустим, что полная вода, т. е. максимальное поднятие уровня во время прилива, была ровно в полночь. Тогда малая вода наступит в 6 часов 12,5 минуты; новая полная — в 12 часов 25 минут; следующая малая — в 18 часов 37,5 минуты и снова полная вода—в 0 часов 50 минут.

Очевидно, что на следующие сутки ночная полная вода будет наблюдаться уже в 1 час 40 минут, а еще через сутки — в 2 часа 30 минут. Через семь суток от начала наблюдения опоздание достигнет 50 минут $\times$ 7 = 350 минут = =5 часов 50 минут. Полная вода из ночной и дневной превратится в утреннюю и вечернюю, а малая вода из утренней и вечерней — в дневную и ночную.

Еще древние греки заметили связь приливов и отливов с движением по небу Луны — спутника Земли.

Наблюдения показали, что полная вода наступает несколько позднее прохождения Луны через меридиан того места, где ведется наблюдение, т. е. после момента верхней или нижней кульминации Луны. Величина этого запаздывания в разных местах различная, но для одного и того же места она почти неизменна. Ее можно определить из наблюдений. Если это сделано, то нетрудно заранее вычислить для каждого дня моменты полной воды, так как в астрономических календарях указано время прохождения Луны через меридиан для каждого дня.

Предположим, что полная вода в данном месте запаздывает по отношению к моменту кульминации Луны на 2 часа 10 минут. Допустим, что в интересующий нас день верхняя кульминация Луны должна быть в 7 часов 25 минут. Прибавив к этому времени величину опоздания — 2 часа 10 минут, мы узнаем, что

полная вода наступит в 9 часов 35 минут. Так как величину опоздания нужно добавлять, «прикладывать» ко времени верхней или нижней кульминации Луны, она называется прикладным часом.

Очевидно, что, зная момент наступления полной воды (а значит, и малой), можно выбрать время, когда всего безопаснее провести судно через мелкое место, риф или каменную гряду.

Наблюдения за приливами в одном и том же месте в течение нескольких недель показали, что высота приливов иногда значительно изменяется за этот период. Оказывается, что эти изменения связаны с фазами Луны: самые высокие приливы бывают через один-два дня после новолуния и полнолуния, а самые низкие — после первой и третьей четверти. Объясняется это тем, что, кроме Луны, на Мировой океан оказывает действие и Солнце. Солнечные приливные волны подобны лунным, но направлены они на Солнце. По сравнению с лунными приливами солнечные приливы примерно вдвое меньше, так как Солнце отстоит от Земли гораздо дальше, чем Луна.

Во время новолуния и полнолуния солнечные приливы складываются с лунными, и поэтому приливы оказываются высокими.

Во время первой и третьей четверти фазы Луны солнечные приливные волны «вычитаются» из лунных и приливы менее высоки.

В течение суток два соседних прилива обычно неодинаковы по высоте. Это явление также связано с положением Луны.

Из всего сказанного нетрудно сделать вывод, что приливы и отливы на Земле возникают в результате воздействия Луны и Солнца на поверхность Мирового океана.

На высоту прилива оказывают большое влияние местные географические условия, особенно очертания берегов и рельеф дна. Когда приливная волна попадает в постепенно суживающийся залив, ее высота соответственно увеличивается. Если же приливная волна проходит сначала через узкий и мелкий пролив, где она в значительной мере теряет свою энергию, а затем разливается по широкому пространству, высота волны резко снижается.

Прежде чем атлантическая приливная волна доберется до Черного моря, она пройдет через Гибралтарский пролив, а затем через проливы Дарданеллы и Босфор. Понятно, что при этом приливная волна резко ослабеет. Поэтому в Черном море приливы почти незаметны. В Азовском море приливы совсем не наблюдаются.

Чтобы попасть в Балтийское море, приливной волне нужно пройти через очень мелкие и узкие проливы Зунд, Большой и Малый Бельт. Поэтому на Балтийском море, и в частности в Финском заливе, приливы мало заметны. Колебания уровня моря зависят в этих местах главным образом от сгона и нагона воды ветром.

Из Баренцева моря приливная волна входит в Белое море широким фронтом и, постепенно сужаясь, растет в высоту. Поэтому на берегу Мезенского залива приливы достигают

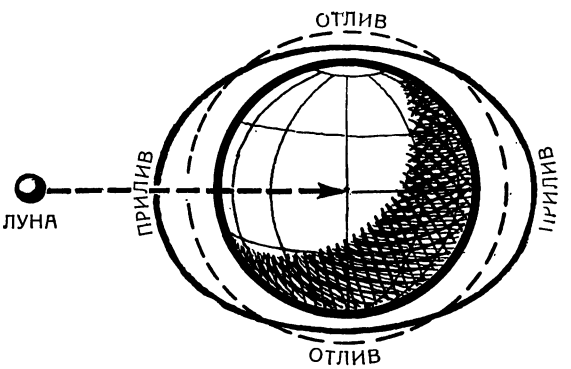


Схема лунного прилива.

6—8 и даже 10 *м*, а в Пенжинском заливе Охотского моря — 13 *м*.

Самые высокие приливы на Земле наблюдаются в заливе Фанди, у Атлантического берега Северной Америки. У вершины залива высота прилива может достигать 18 *м*.

Кроме правильных полусуточных приливов, при которых за 24 часа 50 минут бывают две полные и две малые воды, в некоторых местах наблюдаются неправильные приливы с одной малой водой в течение суток. Такие приливы называются суточными.

В других местах наблюдаются смешанные приливы, когда в течение суток то одна полная вода, то две.

Неправильные и смешанные приливы возникают в результате сложного взаимодействия между лунными и солнечными приливными волнами и географической обстановкой (т. е. очертаниями берега, рельефа дна моря и пр.).

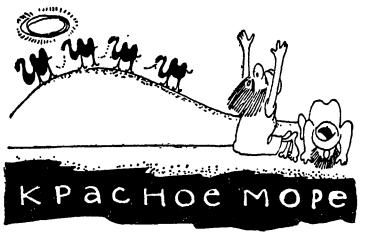
Обегая вращающийся земной шар, приливная волна испытывает трение о дно и берега и несколько запаздывает по отношению к кульминации Луны.

Это опоздание и определяет прикладной час, о котором сказано раньше.

От чего зависит цвет моря

Синим море кажется не всегда. Синий цвет — это цвет «океанских пустынь». Моря имеют различные цвета. В северных морях вода темно-зеленая; у берегов, особенно у впадения рек,— бурая или желтая. В штормовую погоду, когда ураганный ветер вздымает огромные волны и мчит по небу изорванные клочья дождевых облаков, море приобретает мрачный свинцово-серый цвет.

Что же придает поверхности моря тот или иной цвет или оттенок? Оказывается, цвет моря зависит от толщи



воды, в которой рассеивается и отражается дневной свет. Молекулы чистой морской воды отражают и возвращают к поверхности моря синие лучи. Если в воде много микроскопических зеленых водорослей, море кажется зеленым. Минеральные частицы и растворенное в воде органическое вещество (гумус), выносимые реками, а также бурые одноклеточные водоросли придают поверхности моря бурый или желтый цвет. Реки приносят с суши огромное количество глинистых частиц в Желтое море, и вода его имеет желтую окраску. Красный цвет воде Красного моря придают периодически развивающиеся в нем бурые микроскопические водоросли. Если кому-нибудь приходилось плыть на пароходе из Астрахани в Баку, тот помнит, что каспийская вода совершенно желтая в устье Волги, а по мере удаления в море она становится зеленоватой, потом зеленой и, наконец, в средней части Каспия вода приобретает цвет темного изумруда.

На цвет поверхности моря влияет цвет неба — безоблачное голубое небо усиливает синие тона, темные облака придают морю унылый свинцово-серый цвет.

ЖИЗНЬ В ОКЕАНАХ И МОРЯХ

ВОДНАЯ СРЕДА И ЕЕ ОСОБЕННОСТИ

Многие ученые считают, что первые живые существа развивались в море. Прошли сотни миллионов лет, прежде чем животные появились на суше (см. стр. 233). Жизнь в океане намного разнообразнее, чем на суше, а многие типы растений и животных встречаются только в морях. В океанах обитает более 150 тыс. видов животных и растений. Вес всех живых организмов, населяющих Мировой океан, достигает 50—60 млрд. *Т*. В водах океана имеются все типы органического мира— от простейших организмов до млекопитающих.

Не живут в море только многоножки, пауки и амфибии.

Водная среда отличается от воздушной: в ней иначе распределяется температура; на больших глубинах существует огромное давление воды; солнечный свет проникает только в самые верхние слои.

Среди многих замечательных свойств воды, важных для обитающих в ней организмов, особенно существенны малая теплопроводность, очень высокая теплоемкость и большая растворимость в воде различных веществ. Благодаря высокой теплоемкости воды температурный режим океанов не меняется так резко, как на суше. Это важно как для холоднокровных, так и для теплокровных животных. Водные организмы не нуждаются в приспособлениях к резким переменам температуры окружающей среды.

Медленно нагреваясь, вода океанов так же медленно отдает тепло в атмосферу. Поэтому самой теплой вода океанов и морей бывает тогда, когда летний жаркий период на суше уже заканчивается. Вода океанов хранит громадные запасы тепла. Отдавая его воздуху, она существенно влияет на климат окружающих стран. Средняя температура поверхностного слоя воды Мирового океана +17°,4, а приземного слоя воздуха на поверхности всего земного шара только +14°,4.

Суточные колебания температуры воды у берегов, в небольших заливах и бухтах больше, чем в открытом море. Более значительны сезонные изменения температуры воды в умеренных областях северного и южного полушарий. Но сезонные различия температуры наблюдаются в верхнем слое — до глубины 500 *м*. На больших глубинах, свыше 1000 *м*, температура в течение года изменяется очень мало.

Кроме температуры воды, важнейшее условие для жизни — присутствие кислорода. Морские организмы дышат кислородом, так же как и их наземные «родственники». В газах, растворенных в воде, кислород составляет в среднем 35% (в атмосфере кислорода 21%). Кислород, которым дышат животные и растения, поступает в воду из атмосферы или образуется в результате фотосинтеза водорослей, поэтому в поверхностных слоях его больше, чем в глубинных. Морские течения хорошо перемешивают воду, и кислород в небольшом количестве распространяется до дна океанов. Местами, где перемешивание глубинных вод затруднено, как, например, в Черном и Аравийском морях, Бенгальском заливе, на глубинах свыше 200 *м* нет свободного кислорода, там образуется сероводород.

Кроме газов, воды океана содержат значительное количество различных растворенных веществ. Большое значение для развития органического мира имеет соленость морской воды и состав солей (см. стр. 140). В среднем в океанических водах содержится 35 *Г* солей в 1 *кГ* воды. Если выпарить всю воду океанов, то дно их оказалось бы покрытым 60-метровым слоем соли.

Живым организмам для развития нужны вещества, из которых образуется белок. Первичные создатели органического вещества в море, так же как и на суше,— растения. Все морские животные получают белок уже в готовом виде, поедая водоросли или питаясь животными.

Морские растения — водоросли, как и растения суши, содержат зеленый пигмент — хлорофилл. Он помогает им использовать энергию солнечного света для образования внутри клетки химического процесса, в результате которого сначала разлагается захваченная растениями вода на водород и кислород, а затем водород соединяется с углекислым газом, поглощенным из окружающей воды. Так образуются углеводы: глюкоза (сахар), крахмал и др. Затем в теле водоросли за счет соединения углеводов с фосфором, азотистыми и другими веществами, поглощенными из воды, образуются белок и другие органические вещества. Освободившийся при разложении воды кислород выделяется из клетки. Он обогащает воду газом, необходимым для дыхания организмов.

В поверхностных слоях воды и неглубоких прибрежных местах морей и океанов разви-

Ламинарии — крупные морские водоросли, достигающие 6 *м* длины. Многие ламинарии съедобны: они содержат сахаристые вещества. Из этих водорослей добывают йод. Ламинарии используются также и для удобрения полей (снимок сделан во время отлива).

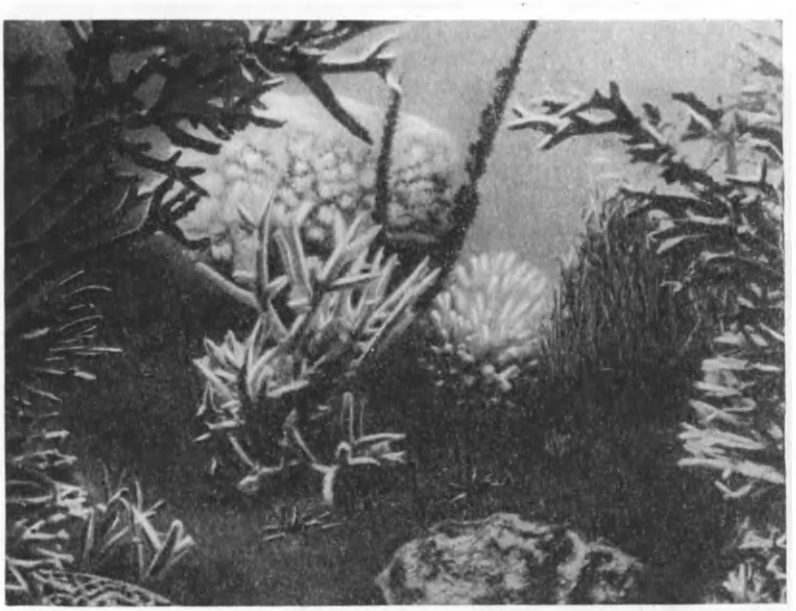
вается богатая растительность — разнообразные водоросли. На таких «подводных» лугах «пасется» громадное количество рачков, червей и других мелких животных. Сюда же поднимаются откармливаться личинки многих донных животных, которые во взрослом состоянии крепко прирастают ко дну или зарываются в ил. Мелкие животные служат пищей сельди, сардинам и другим промысловым рыбам, а также китам. Обитатели больших глубин — это фильтраторы или хищники. Фильтраторы процеживают большие количества воды, чтобы отфильтровать пищу — остатки растений и животных, попадающие сюда из поверхностных слоев воды.

Материковые воды смывают различные вещества с поверхности суши и «удобряют» океаны. Кроме того, отмирающие организмы, падая на дно океана и разлагаясь там, служат богатейшим источником пополнения воды запасами азота, фосфора, калия и других веществ, необходимых растениям. Течения, перемешивая воду в море, переносят эти вещества вверх и «удобряют» ими слой воды, где живут морские растения, с помощью которых эти вещества опять вступают в круговорот жизни.

Морские моллюски, кораллы, большинство губок, морские ежи и звезды, черви, мшанки, а также некоторые водоросли (литотамнии) извлекают из воды огромное количество кальция, который идет для построения раковин, панцирей и различных скелетов. Радиолярии, кремниевые губки и некоторые другие животные нуждаются в кремнии. Можно сказать, что все растворенные в воде вещества даже в ничтожных количествах необходимы обитателям морей и океанов. Замечательное постоянство солевого состава океанской воды поддерживается деятельностью организмов.

Для нормальной жизни растениям необходим солнечный свет. Солнечные лучи не проникают на большие глубины моря. Это объясняется прежде всего тем, что часть солнечных лучей отражается от поверхности воды. Чем ниже солнце над горизонтом, тем больший процент лучей отражается от морской поверхности, поэтому в арктических морях свет проникает на меньшую глубину, чем в экваториальных водах.

В воде различные части солнечного спектра проникают на разную глубину. Красные и оранжевые лучи быстро поглощаются первыми метрами воды, зеленые исчезают на глубине 500 *м*, и только синие проникают до 1500 *м*. Водоросли особенно нуждаются в красных и оранжевых лучах и в меньшей мере — в зеленых. Поэтому растения в море встречаются в основном на глубине до 100, реже до 200 *м*. Животные, как правило, непосредственно в свете не нуждаются и населяют воды океана до максимальных глубин.

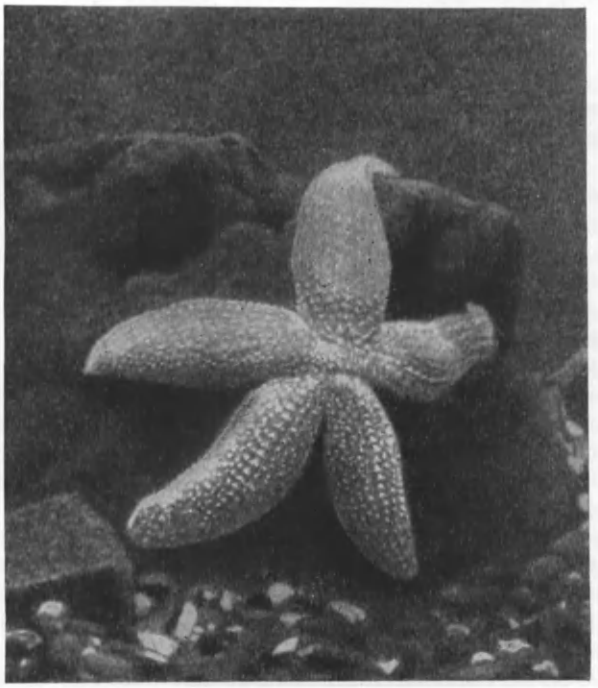


Кораллы под водой очень похожи на сильно ветвящиеся водоросли, но это не растения, а животные. Они прикрепляются одним концом к подводным скалам и образуют крупные колонии.

Всю многокилометровую толщу вод океана можно разделить на два «этажа»: верхний — производящий органическое вещество и нижний (глубже 200 *м*) — потребляющий.

До недавнего времени считалось, что глубины океана более 6 *км* безжизненны, так как якобы никакой живой организм не может вынести громадного давления воды.

Советские ученые доказали, что даже на самых больших глубинах существуют рыбы, крабы, раки, черви, моллюски и другие животные. Глубоководные обитатели приспособились к жизни и при большом давлении. В теле морских животных содержится большое количество воды, а она сжимается очень мало, поэтому



Морская звезда ищет пищу с помощью многочисленных ножек-сосочков, расположенных на нижней стороне лучей. Это животное — хищник; оно нападает на добычу, превосходящую его размером. В таких случаях морская звезда выворачивает желудок и обволакивает им жертву, а потом снова втягивает желудок.

давление внутри организма легко уравновешивает давление извне. Вот почему оказалась возможной жизнь на больших глубинах.

Многие обитатели больших глубин поднимаются к поверхностным слоям. Их часто можно встретить на глубине 1000 и изредка 500 *м*. Подняться выше животному мешает высокая температура воды: ведь они привыкли жить при постоянно низких температурах. Вода на большой глубине имеет температуру только плюс 1—2°. При таких условиях все процессы жизни задерживаются. Организмы растут значительно медленнее, чем в теплых поверхностных слоях океана. Причина тому и малое количество пищи.

Животные глубин находятся в постоянном мраке, многие из них слепые, а у некоторых глаза имеют «телескопическое» строение, позволяющее улавливать малейшие проблески света. У части животных имеются специальные «фонари», светящиеся различными цветами. Так, например, на голове рыбки малокостеус одна пара световых органов излучает красный свет, а другая пара — зеленый. У некоторых моллюсков световые органы излучают голубой свет. Есть животные, у которых в организме накапливается особая светящаяся жидкость. В момент опасности животное выпускает ее и ослепляет врага.

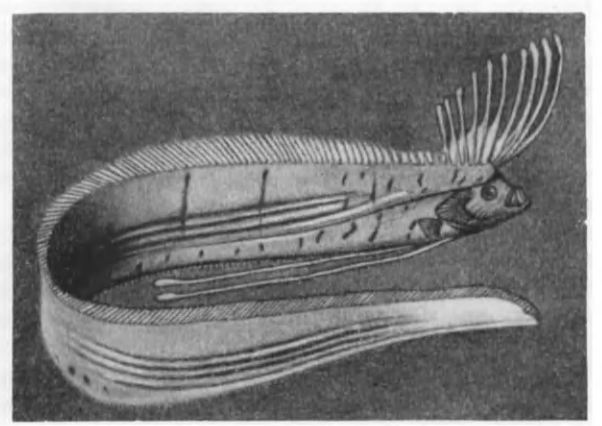
Многие глубоководные существа имеют различные органы, помогающие им воспринимать звуковые волны. Ведь в кромешном мраке надо суметь уловить движение далеко плывущего врага или, наоборот, определить местонахождение желанной добычи. Звук хорошо распространяется в воде — почти в 5 раз быстрее, чем в воздухе (около 1520 *м/сек*).

У глубоководных рыб поражает величина пасти и обилие зубов. У некоторых рыб челюсти устроены так, что могут широко раздвигаться, как у змей, и маленький хищник в состоянии проглотить жертву даже большего размера, чем он сам. Это связано с малым количеством живых существ на больших глубинах: если уж посчастливилось ухватить добычу, то надо проглотить ее целиком. Как видите, живущие на огромных глубинах организмы хорошо приспособились к условиям окружающей их среды.

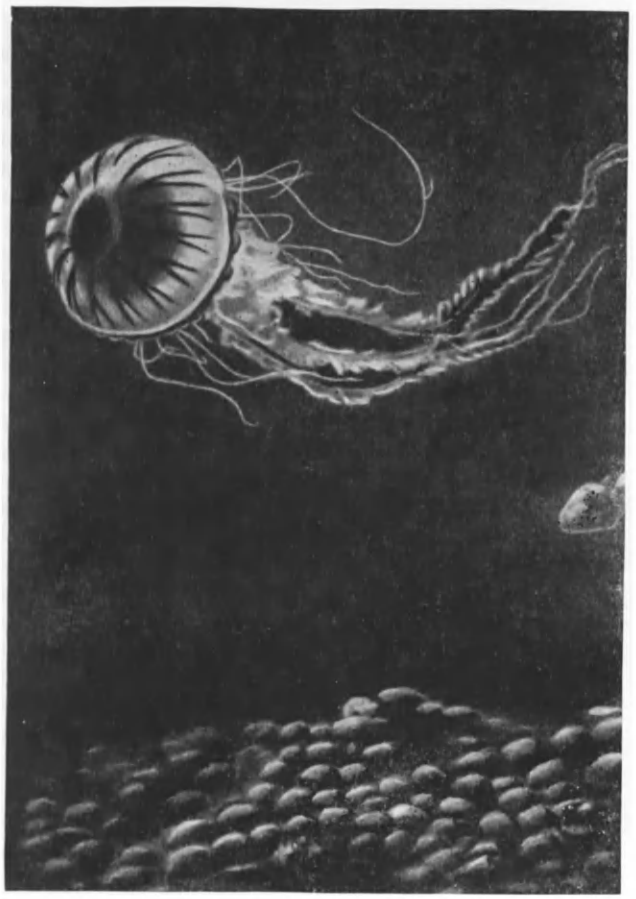
Чем ближе к поверхности, тем богаче и разнообразнее становится жизнь. Из 150 тыс. видов морских организмов в верхних слоях (до 500 *м* глубины) обитает более 100 тыс. видов.

Условия жизни в море весьма благоприятны. В море растения со всех сторон окружены питательным раствором, а на суше они добывают корнями из почвы воду и растворенные в ней питательные вещества.

Чтобы держаться на земле, живым существам необходимы крепкие корни или сильные конечности. На суше самое большое животное—



Рыба «сельдяной король» напоминает своим сплющенным телом ремень. Ее серебристо-белое туловище испещрено полосками, плавники — оранжевого цвета.



Плывущая медуза. Своими длинными щупальцами она захватывает добычу.

слон, а в море — кит, который в 20—25 раз тяжелее слона. Такое огромное животное на суше не смогло бы передвигаться и погибло бы. Другое дело — в воде. На всякое тело, находящееся в воде, как известно, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости в объеме погруженной части тела. Вот почему киту при его громадном весе приходится затрачивать во много раз меньше усилий при движении в воде, чем потребовалось бы на суше.

Температура в море более постоянна, чем на суше. Морским животным не нужно искать защиты от холода зимой и от жары летом. С наступлением морозов толстый слой льда и снега препятствует проникновению холода в воду. Лед, как шуба, закрывает водоем и предохраняет воду от промерзания. Даже в холодной Арктике море никогда не замерзает до дна. Температура зимой в глубине моря, под покровом льда, почти такая же, как и летом.

ОТ ПОВЕРХНОСТИ ДО ОКЕАНСКИХ ГЛУБИН

Благоприятные условия жизни способствовали развитию в море величайшего разнообразия организмов.

Все обитатели морей по условиям их существования разделяются на три группы: планктон, нектон и бентос.

К планктону относятся различные микроскопические водоросли (диатомеи, перидинеи, сине-зеленые), одноклеточные животные (глобигерины, радиолярии и др.), мелкие рачки, медузы, некоторые черви, икра и мальки многих рыб. Слово «планктон» — греческое, оно означает «блуждающий», «носимый». Действительно, все эти обитатели моря пассивно переносятся движением воды. Активно они передвигаются преимущественно вертикально — вверх или вниз. Днем животные планктона опускаются в глубину, а вечером поднимаются в поверхностные слои. За планктоном движутся рыбы, которые им питаются. Течения переносят планктон на значительные расстояния, и планктоноядные морские животные всюду находят себе пищу.

Как ни малы по своему объему планктонные организмы, их количество в морях и океанах огромно. Если бы мы могли на одну чашу весов положить всех китов и рыб, а на другую планктон, то он перетянул бы. Количество планктона резко убывает с глубиной.

К нектону относятся: большинство рыб, ластоногие животные (тюлени и моржи), китообразные (киты, кашалоты), головоногие моллюски, морские змеи и черепахи. Нектон — тоже греческое слово и означает «плавающий». Животные, которые относятся к нектону, имеют обтекаемую форму тела, помогающую им быстро двигаться в воде. Догнать кита нелегко даже быстроходному судну, а от пасти дельфинов трудно уйти и быстроплавающим рыбам.

Большинство рыб и млекопитающих совершают дальние путешествия — миграции. С наступлением времени икрометания многие рыбы объединяются в миллионные косяки, занимающие иногда площадь в несколько десятков километров. Путешествуя от места откорма к районам нереста (икрометания), рыбы проплывают сотни и тысячи километров.

Многие рыбы идут на нерест из моря в реки. Этих рыб называют проходными в отличие от морских. Проходные рыбы, особенно лососевые и осетровые, поднимаются вверх по рекам на большие расстояния. Если путь в реке пре-

граждают пороги, рыбы выскакивают из воды и сильными прыжками преодолевают их.

Выходящая из Северного Ледовитого океана в реки Сибири ценная промысловая рыба нельма (из лососевых) проходит более 3 тыс. *км* вверх по реке до места нереста. Особенно величествен ход рыбы в реках Дальнего Востока, когда миллионные косяки горбуши и кеты устремляются в реки Берингова и Охотского морей. В реках они не питаются и после нереста погибают.

Другой тип миграции наблюдается у угря. Взрослые угри отправляются на нерест из рек в океан. Европейские угри мечут икру в водах Саргассова моря. Для этого они преодолевают путь в 7—8 тыс. *км*. После нереста взрослые угри погибают, а личинки атлантическим течением переносятся к берегам Европы.

Дальние путешествия совершает беломорское стадо гренландских тюленей. Летом они откармливаются в водах, омывающих Шпицберген и Землю Франца-Иосифа, а зимой приходят рождать детенышей в горло Белого моря.

Почти 5 тыс. *км* проходят киты до теплой части океана, где появляются на свет их детеныши. Вместе с молодыми китами родители отправляются на откорм обратно в прохладные воды на север и на юг.

Среди китообразных различают усатых и зубатых китов. Первые получили свое название потому, что у них с нёба свешиваются ряды роговых пластин, опушенных по внутреннему краю роговыми волокнами, как бы усами. Пропуская через рот большое количество воды, усатые киты отцеживают и заглатывают мелких обитателей поверхностных слоев океана.

Актиния и моллюск живут в «дружбе»: моллюск возит актинию, а она защищает своего «извозчика» от врагов стрекательными капсулами, которые могут оглушить даже мелких рыбок.

Зубатые киты охотятся за рыбой и кальмарами, а касатки (хищные дельфины) — за тюленями, котиками, моржами. Всеобщее удивление, даже на картинке, вызывает кашалот с огромной как бы тупо обрубленной головой. У него она огромна, весит тонн 20 — почти столько же, сколько все туловище. Кашалоты — прекрасные ныряльщики. Их главная пища — головоногие моллюски. За крупным кальмаром кашалоты ныряют на глубину в несколько сот метров. Часто на коже кашалотов видны рубцы от присосок гигантских кальмаров (более 10 *м* длиной). Киты настолько приспособились к жизни в воде, что приобрели разнообразную форму тела. Раньше кита называли рыба-кит. Выйти на сушу киты не могут.

Киты — млекопитающие животные. Они рождают и кормят детенышей молоком в воде. Киты дышат атмосферным воздухом и поэтому обитают в поверхностном слое воды океана. В процессе эволюции между китами произошло своеобразное распределение мест охоты. Усатые киты облавливают верхние слои — до 50 *м*; глубже, до 100 *м*, ныряют близкие родственники кашалотов — бутылконосы, и еще глубже, до 300 *м*, охотятся за пищей кашалоты. Усатые киты находятся под водой 10 минут, а кашалоты — до 45 минут.

Рыбы, тюлени, киты и многие другие представители нектона — основная добыча морского промысла.

Все обитатели дна морей и океанов относятся к б е н т о с у. Слово «бентос» — греческое, означает «глубинный». Для животных, относящихся к бентосу, необходим твердый грунт как постоянная опора, например для кораллов, или временная, как для камбалы. Некоторые представители бентоса поселяются на прибрежных скалах и пляжах выше уровня воды, куда доходят лишь брызги волн.

Прикрепленные ко дну моря водоросли и многие животные, обитающие в зоне приливов, во время отлива часами живут на воздухе. Однако это не мешает их развитию.

До глубины 100 *м* растут различные крупные водоросли. Глубже они уже исчезают. Лучи солнца быстро поглощаются в воде, поэтому донные водоросли не могут жить на большой глубине.

Количество бентоса убывает с глубиной. На глубинах до 300 *м* на 1 $м^2$ дна бентоса приходится около 250 *г*, а вблизи берега и на мелководьях он исчисляется многими килограммами. На глубине свыше 10 тыс. *м* донных животных меньше 1 *Г* на 1 $м^2$.

Гидроиды образуют в воде колонии. Они, как мох, покрывают скалы, раковины и даже панцири крабов.

Мировой океан делят на пять биогеографических областей: Арктическую, Антарктическую, Северную и Южную умеренные области и Тропическую область.

Для Арктической и Антарктической областей характерна низкая, часто даже отрицательная температура воды зимой и летом и плавучие льды.

В умеренных областях обоих полушарий температура воды значительно изменяется в разные сезоны; в Тропической области — постоянно высокая температура поверхностных слоев воды. Сезонные колебания температуры редко превышают здесь 2°.

ПО МОРЯМ И ОКЕАНАМ

Начнем путешествие с севера. Перед нами простираются ледяные поля, но они не безжизненны. Вот к краю льдины подкрадывается белый медведь. На льдине лежат тюлени. Конечности, или ласты, у них похожи на весла. На концах пальцев задних конечностей развиты хрящевые пластинки, а между пальцами — плавательные перепонки, увеличивающие площадь «весла». Подошвы задних конечностей прилегают друг к другу, и животное может изгибать их вправо и влево, подобно хвосту рыбы. На суше тюлени передвигаются с трудом, ползая на брюхе. Другие ластоногие — моржи, сивучи и котики — хотя и передвигаются при помощи конечностей по берегу или льдам, но тоже вернее «ползают», чем «ходят».

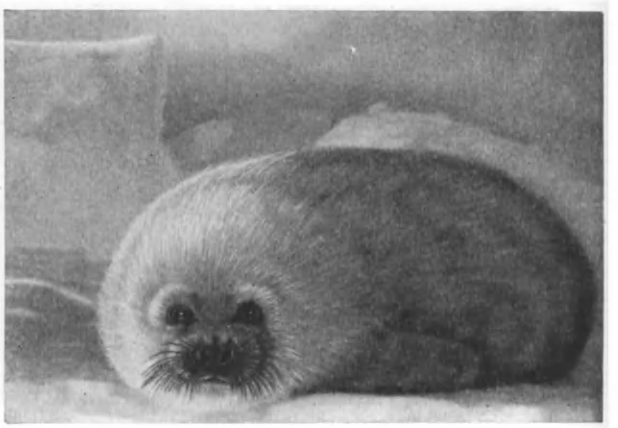
Тело взрослого тюленя покрыто короткими грубыми волосами. Под кожей — толстый слой жира; он, как теплая шуба, не дает животному зябнуть в холодной воде.

Питаются ластоногие преимущественно рыбами и рачками. У тюленей, как и у всех ластоногих, прекрасные обоняние и слух, а глаза хорошо видят и под водой, и на суше. Вот почему белый медведь, который подкрадывается по льду к тюленю, часто уходит не солоно хлебавши: тюлень молниеносно исчезает в лунке.

В большой полынье резвится стая единорогов (их часто называют нарвалами). Это один из видов дельфинов. Толстая кожа единорога покрыта роговым слоем. Она, как броня, предохраняет зверя от ушибов об лед. Единственный зуб у самцов разросся в длину и превратился в бивень. Изредка у них бывает по два бивня. Питаются нарвалы рыбой, особенно сайкой. Единороги часто встречаются в водах, омывающих Гренландию, Землю Франца-Иосифа и Северную Землю.

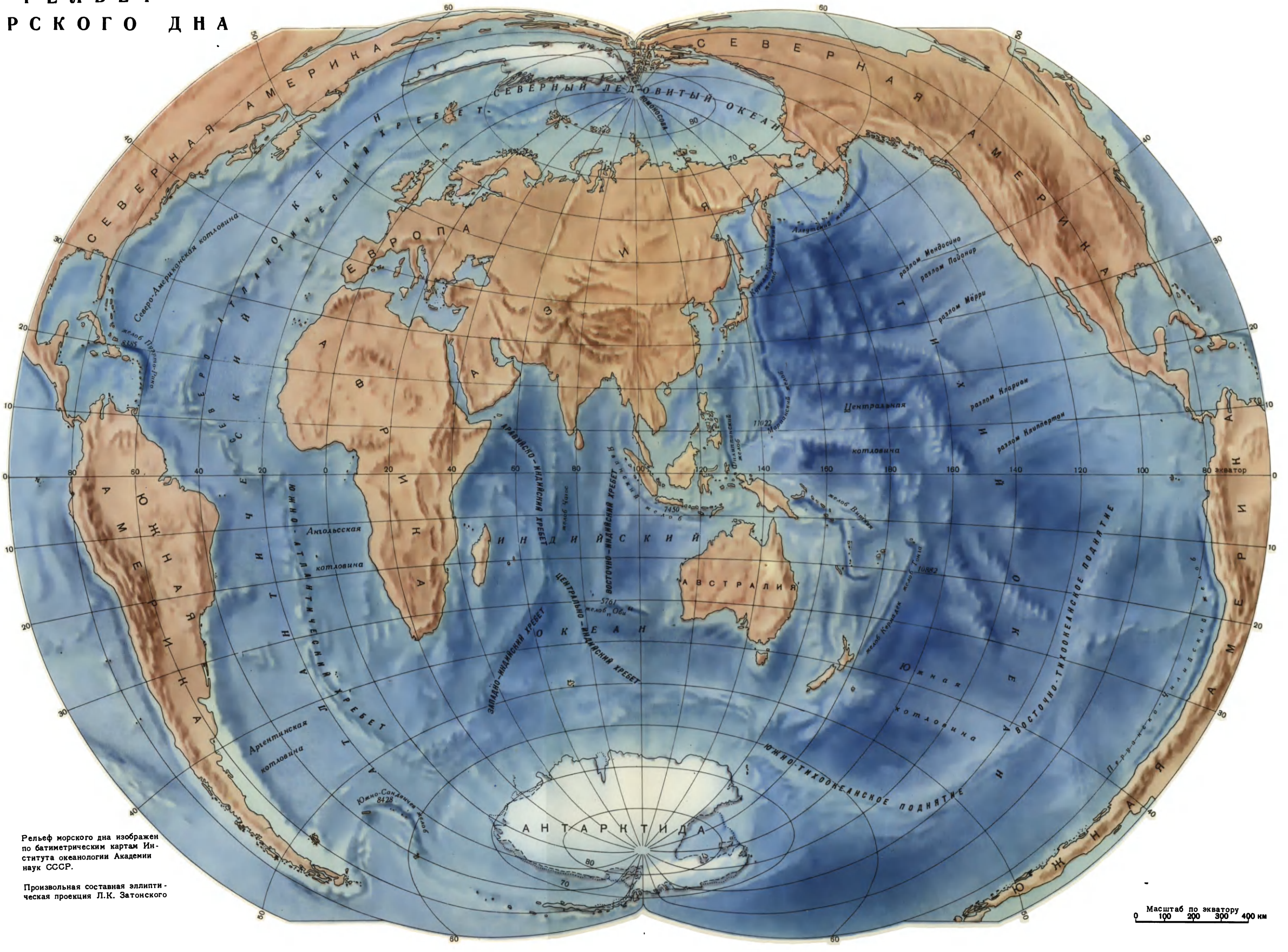
Вблизи сибирских берегов наш корабль встретит другой вид дельфина — белуху. Стадо белух пришло сюда, чтобы поживиться навагой, бычком, печорской сельдью и лососевыми рыбами. Кожа белух имеет «броню». Свое название белухи получили за белый цвет кожи, характерный для взрослых животных. На севере их называют «белугами». Во время хода белухи отрывисто ревут. Рев этот напоминает рев быка и одновременно хрюканье моржа. Отсюда пошло известное выражение: «Ревет, как белуга». Белухи пожирают много горбуши и кеты.

В Баренцевом море можно встретить стада гренландских тюленей. Более ста лет назад здесь водились гренландские киты. Теперь они



Детеныш морского тюленя — белёк. Белая пушистая «шубка» предохраняет его от холода и делает незаметным на льду.

РЕЛЬЕФ МОРСКОГО ДНА



Рельеф морского дна изображен по батиметрическим картам Института океанологии Академии наук СССР.

Произвольная составная эллиптическая проекция Л.К. Затонского

Масштаб по экватору
0 100 200 300 400 км

ЖИЗНЬ МОРЯ

встречаются редко: их почти всех истребили. Воды Баренцева моря населены миллионами рачков и большим количеством рыбы — сельди трески, пикши.

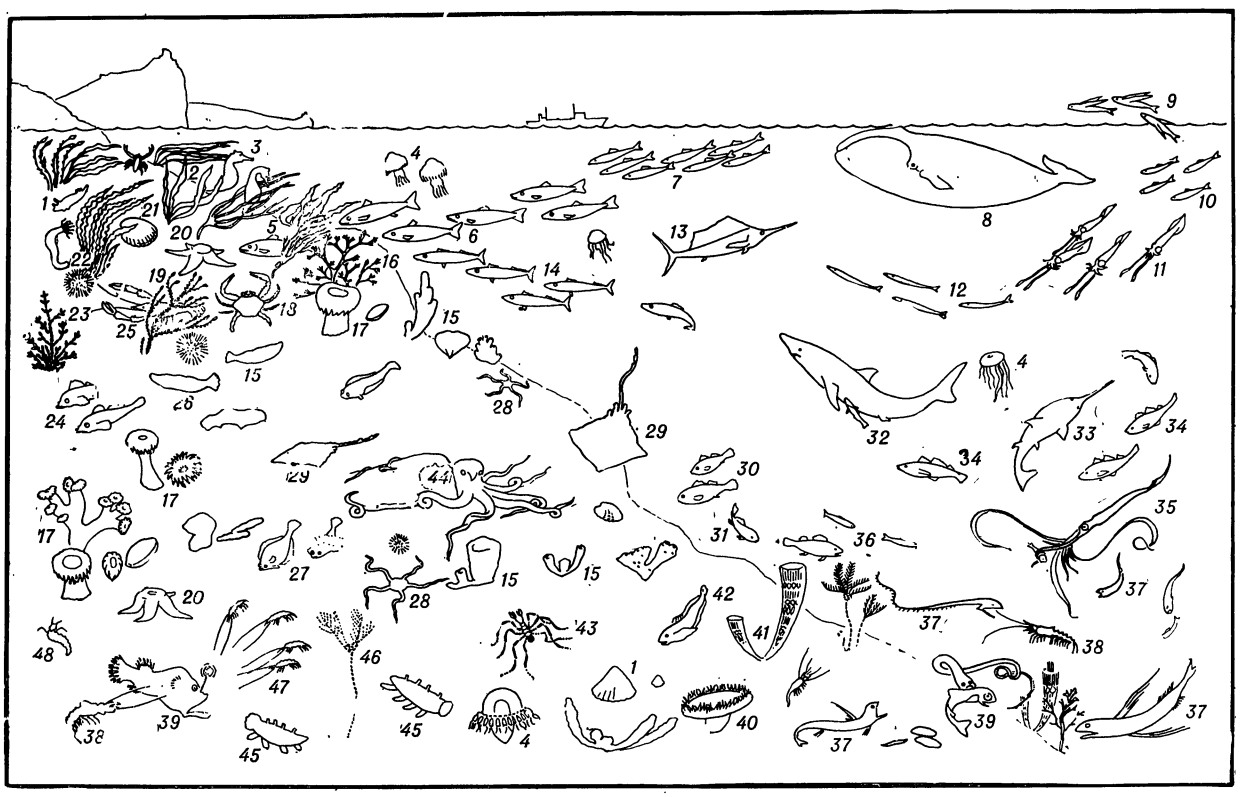
Теперь спустимся на юг. Мы попадем в северную часть Атлантического океана, которая относится к Северной умеренной области. Здесь мы встретим много различных рыболовных судов. Они вышли на промысел атлантической сельди, трески, пикши, морского окуня, камбалы. У южной границы Северной умеренной области развит промысел сардин.

Вскоре на палубу нашего судна станут падать летучие рыбки — обитатели Тропической области. У летучих рыб плавники превратились как бы в крылья. Но крыло рыбки — это крыло не птицы, а планера. Летучая рыбка не машет крыльями, а летит, как планер, широко расправив свои плавники.

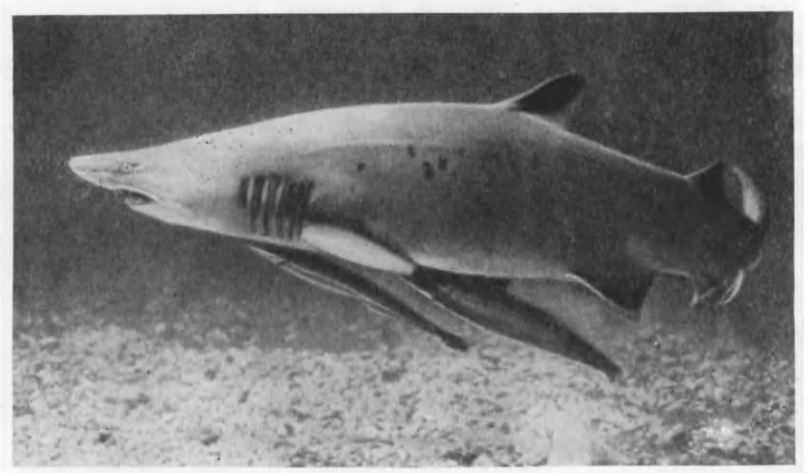
Перечислить всех обитателей Тропической области невозможно. Теплые воды Мирового океана обильно населены разнообразными видами животных и растений. У тропических берегов Малайского архипелага растет 860 видов бурых, красных и зеленых водорослей. Такого обилия растительности нет ни в одном море. Здесь же насчитывается 40 тыс. видов различных морских животных — губок, кораллов, червей, моллюсков, рыб. Кораллы образуют острова и рифы. Знаменитый Большой Барьерный риф на восток от Австралии тянется на протяжении 2200 *км*, Барьерный риф Новой Каледонии — на 1500 *км*.

Среди коралловых колоний мелькают причудливой формы пестрые, как бабочки, рыбы. Вот странный шар, покрытый иглами: это ежрыба. При виде врага тело ее раздувается.

Иногда в устьях рек и на заболоченных низинах тропических побережий встречаются густые мангровые заросли. Среди корней мангровых деревьев обитает много морских животных, в том числе рыбы-прыгуны. Эти рыбки



1. Моллюски. *2.* Морская капуста. *3.* Морской конек. *4.* Медуза. *5.* Кета. *6.* Горбуша. *7.* Сельдь. *8.* Кит. *9.* Летучие рыбы. *10.* Сардина. *11.* Кальмары. *12.* Сайра. *13.* Парусник. *14.* Скумбрия. *15.* Губки. *16.* Коралл. *17.* Актиния. *18.* Крабы. *19.* Гидроид. *20.* Морская звезда. *21.* Моллюск-гребешок. *22.* Червь. *23.* Морской еж. *24.* Бычки. *25.* Омар. *26.* Голотурия (морской огурец). *27.* Камбала. *28.* Офиура. *29.* Скат. *30.* Ерш. *31.* Морской окунь. *32.* Акула с рыбой-прилипалой. *33.* Пила-рыба. *34.* Треска. *35.* Глубоководный кальмар. *36.* Светящиеся рыбки. *37.* Глубоководные рыбы. *38.* Креветки. *39.* Удильщик. *40.* Глубоководная актиния. *41.* Стеклянная губка. *42.* Липарис. *43.* Морской паук. *44.* Осьминог. *45.* Глубоководная голотурия. *46.* Морская лилия. *47.* Светящиеся рачки. *48.* Светящийся червь.



Акула. На ее брюхе пристроились рыбки-прилипалы, которые путешествуют с акулой как «бесплатные пассажиры» и подъедают за ней остатки пищи.

вылезают из воды на берег и охотятся за насекомыми. Некоторые виды прыгунов настолько приспособились жить без воды, что погибают, если лишить их возможности побыть на воздухе.

На берегу можно увидеть краба, которого называют кокосовым или пальмовым вором. Он почти распростился с водой и приходит в море только для размножения. Питается краб мякотью кокосовых орехов, за которыми взбирается на пальму. Он срезает орехи своими мощными клешнями, сбрасывает вниз и поедает.

В тропических морях живут гигантские скаты — родственники акул — с сильно разросшимися боковыми плавниками. Любопытны электрические скаты — торпедо. В теле у них есть особые органы, в которых накапливается электрическая энергия. Разряд электричества ската достаточен, чтобы парализовать рыбу или отогнать хищника.

Среди акул встречаются гиганты — китовые акулы — до 20 *м* длины. С акулами тесно связана жизнь своеобразных рыбок — рыбы-лоцмана и прилипалы. Рыба-лоцман помогает акуле обнаружить стаю рыб. Рыбы-прилипалы прикрепляются к брюху акулы особой присоской и так путешествуют вместе с ней. Прилипалы и лоцманы подъедают остатки пищи акулы.

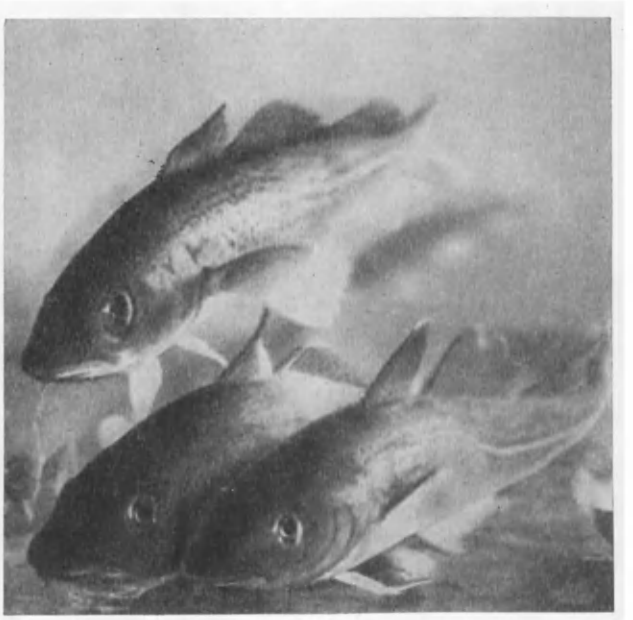
Из морских млекопитающих животных интересны дюгони и ламантины из отряда сиреновых. Это морские травоядные животные. Передние конечности у них превратились в ласты, а задние отсутствуют. Живут они в зоне пышного развития донных водорослей.

Продолжая путешествие на юг, мы попадаем в Южную умеренную область. Здесь встретятся старые знакомцы по северным морям: киты, тюлени, сардины, морские окуни, кефаль. На уединенных островах можно увидеть котиков. Они близкие родственники наших дальневосточных котиков.

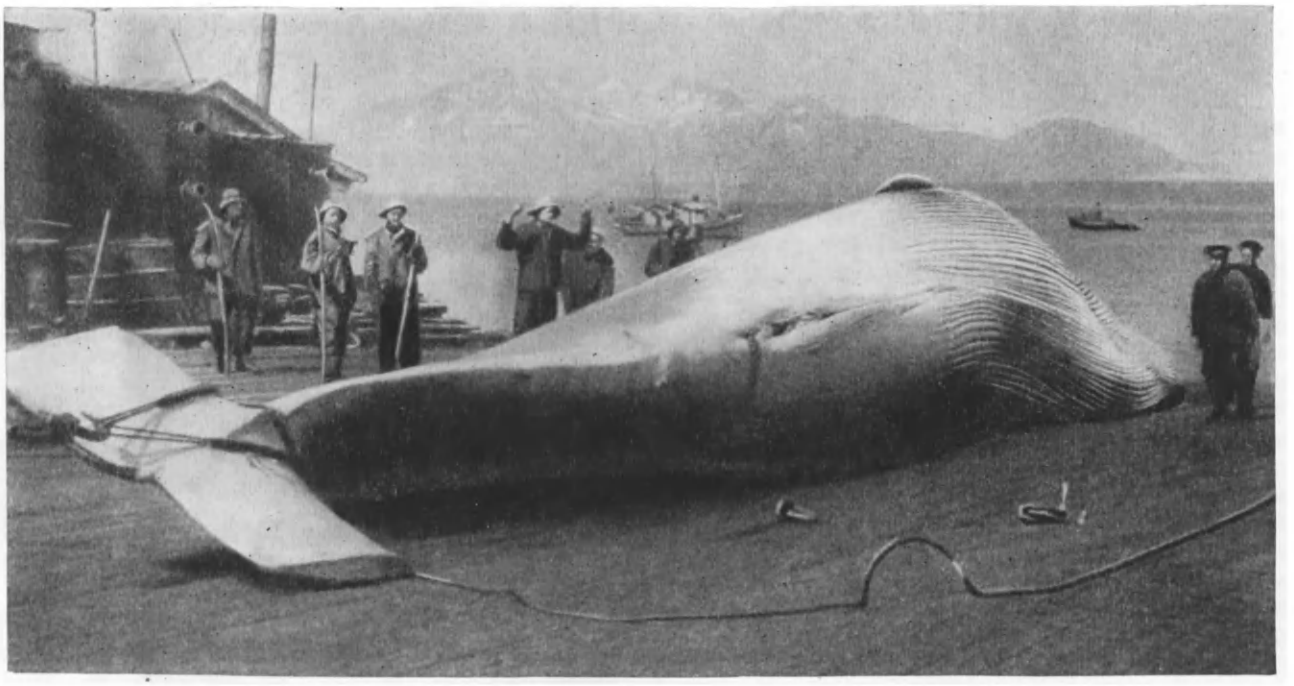
В высоких широтах южного полушария обитают пингвины. Живут они на островах, берегах и даже льдах Антарктики. Тут же можно встретить и тюленей. Вблизи кромки льдов плавают киты. Среди них встречаются голубые киты, достигающие 33 *м* длины и 120 *Т* веса. Один такой великан весит столько, сколько 25 слонов или 200 быков.

Жизнь китов проходит в море. «Малютка» кит получает от матери 100—200 *л* молока в сутки. Под водой кит может находиться 5—10 минут. Вынырнув на поверхность, он с силой выдыхает отработанный воздух. Выдыхаемый с воздухом пар сгущается на холоде и образуется фонтан. По форме фонтана можно узнать вид кита.

Моря Антарктики — теперь главный район китового промысла. У китов используют жир,



Треска — важнейшая промысловая рыба



Кит — самое крупное животное на земном шаре.

кожу, мясо, а из желез внутренней секреции получают медицинские препараты. В Антарктике можно встретить огромные плавучие заводы советской китобойной флотилии.

В Северной умеренной области Тихого океана и в наших дальневосточных морях живет много видов животных, близких к обитателям атлантических вод: треска, сельдь, сардина, камчатская семга и др. Можно здесь увидеть и не встречавшихся ранее животных. Поражает огромное количество и разнообразие лососевых рыб: горбуши, кеты, чавычи, нерки. На побережьях находятся большие лежбища сивучей и котиков. На Командорских и Курильских о-вах встречаются морские выдры (каланы). Их называют также камчатскими или морскими бобрами. Название это неудачно, так как бобр относится к отряду грызунов и питается растительной пищей.

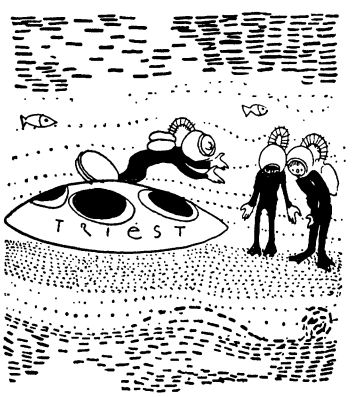
Умеренная область Тихого океана богаче разнообразными видами животных, чем та же область в Атлантическом океане.

Слоистость океана

Когда батискаф «Триест» опускался на дно самой глубокой впадины в Мировом океане — Марианской (11 022 *м*), он трижды останавливался, встречая какое-то незримое препятствие. Как известно, в батискафе бензин играет ту же роль, что в дирижабле водород или гелий. Чтобы продолжать погружение батискафа, приходилось выпускать некоторое количество бензина, это делало аппарат тяжелее. Что же мешало спуску батискафа?

Препятствием на пути было резкое увеличение плотности воды. В океане с глубиной, как правило, понижается температура и повышается соленость воды, в результате чего увеличивается ее плотность. На некоторых глубинах все эти изменения происходят скачкообразно. Слой, в котором происходит резкое изменение температуры и плотности воды, так и называется «слоем скачка». Таких слоев в океане обычно бывает один или два. «Триест» обнаружил еще третий.

При тщательном исследовании воды в Тихом океане оказалось, что она в некоторых районах обладает повышенной радиоактивностью в связи с взрывами, которые производили в тот период США.



ЗНАЧЕНИЕ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Планету, на которой мы живем, с бо́льшим правом можно назвать «планета-океан», чем «планета-земля». Ведь площадь Мирового океана более чем в 2 раза превышает площадь всей суши. Если все континенты покрыть водой Мирового океана, то образовался бы слой толщиной в 9 *км*! В океанах находится 1370 млн. $км^3$ воды! Очень много воды на Земле, и это сказывается на всей ее природе. Мировой океан — регулятор климата Земли. Он накапливает тепло летом и отдает его зимой. Вода поверхностного слоя Мирового океана, нагреваясь в тропической области, перемещается в северные широты и к югу, к Антарктиде, а в глубинах холодная вода движется из высоких широт к экватору. Если бы не было такого обмена водными массами между тропиками и высокими широтами, то тропическая жара и полярный холод были бы настолько сильными, что жизнь большинства обитающих в этих широтах живых существ сделалась бы невозможной.

С морскими течениями связаны особенности климата прибрежных стран. Течения охлаждают или отепляют климат. Так, в Норвегии на 60° с. ш. среднегодовая температура воздуха такая же, как и в Нью-Йорке, который лежит на 20°, т. е. на 2160 *км* южнее. Объясняется это влиянием теплого Северо-Атлантического течения, которое проходит у берегов Норвегии. Ветвь этого течения отепляет и Баренцево море, и наш северный порт Мурманск, который поэтому обычно не замерзает. От этого течения зависит температура воздуха на всем севере Европы. Благодаря Северо-Атлантическому течению среднегодовая температура воздуха в Англии на 15°, а в Норвегии на 20—25° выше температуры для соответствующих широт на другом берегу океана.

На этих же широтах, на восточном побережье Канады, где проходит холодное Восточно-Гренландское течение, выносится много льда Северного Ледовитого океана.

На севере Тихого океана у берегов Советского Союза проходит холодное течение, которое оказывает охлаждающее влияние на климат прибрежных районов. На этих же широтах в тихоокеанской части Канады значительно теплее.

Море — арена трудовой деятельности для миллионов человек. Чтобы снарядить в плавание одного моряка или рыбака, 20 человек трудятся на суше и в портах: на судостроительных заводах, сетевязальных и канатных фабриках и других предприятиях. Больше 100 млн. человек, жителей побережий, так или иначе связаны с морем.

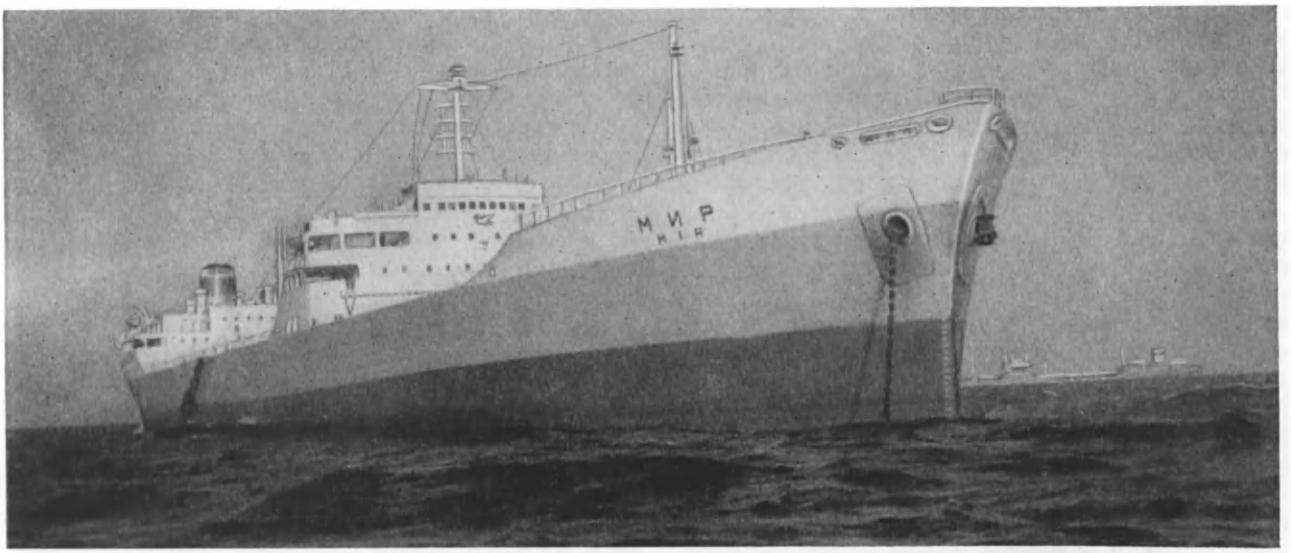
С древнейших времен океаны и моря — это дорога, связывающая разные страны. И в наши дни морской транспорт играет огромную роль в хозяйственной и культурной жизни народов. Более 65% мирового транспортного грузооборота приходится на морской флот.

Морской транспорт на 40% дешевле железнодорожного. Громадные советские танкеры типа «Мир» в 51 тыс. *Т* водоизмещением заменяют 50 железнодорожных составов по 50 вагонов каждый.

С развитием техники увеличивается скорость морского флота. Так, например, суда на подводных крыльях развивают скорость в 100 *км* в час.

В Советском Союзе с его колоссальной территорией главное значение в перевозке грузов принадлежит железнодорожному транспорту. Но около 65% всех грузов и более 14 млн. пассажиров в год перевозит морской флот. Ленинград, Мурманск, Одесса, Владивосток и многие другие города быстро развивались как порты, соединяющие нашу страну со всем миром.

Развитие портовых городов в других странах также связано с международными пере-



Советский танкер «Мир».

возками грузов и пассажиров. В Нью-Йорке, например, причальная линия для кораблей превышает в длину 900 *км*.

Океаническая вода — неиссякаемое хранилище разнообразного химического минерального сырья. В ней растворены все химические элементы периодической системы Менделеева, даже золото и радиоактивные элементы. Вода — прекрасный растворитель. В среднем в 1 *Т* морской воды растворено 35 *кГ* различных солей, но добывают их пока сравнительно немного. Это дело будущего.

Много поваренной соли добывают из морской воды в Индии, Италии, Франции, Испании, Соединенных Штатах. Ее выпаривают в особых искусственных испарительных бассейнах, в которые на время прекращают доступ морской воды. Уже сейчас четверть мировой добычи соли производится из морской воды. Запасы каменной соли на суше велики, но в конце концов они все-таки будут исчерпаны.

Неиссякаемым источником поваренной соли навсегда останется Мировой океан. Можно смело сказать, что опасность остаться без соли человечеству не угрожает.

В ряде стран морская вода становится основным источником добычи магния. В США из морской воды вырабатывают магния более 250 тыс. *Т* в год, что составляет свыше 50% потребности в этом металле. В Англии $^4/_5$ потребности в магнии покрывается за счет переработки морской воды. Развита добыча магния из моря также в Италии, Франции, Тунисе и других странах.

Бром практически не удается извлекать из минералов, поэтому единственным источником его получения служит морская вода.

Хотя в 1 *Т* морской воды брома содержится всего 65 *Г*, но это в 40 раз больше, чем среднее содержание его в земной коре.

Запасы брома в Мировом океане достигают 90 тыс. млрд. *Т*.

Мировая добыча брома из морской воды пока составляет 100 тыс. *Т* (без СССР), и она увеличивается по мере спроса. Первый завод для получения брома из морской воды был построен в нашей стране еще в 1916 г. в Крыму. С тех пор добыча брома значительно увеличилась. Морской бром получают в США, Канаде, Бразилии, Франции, Японии, Индии и других странах.

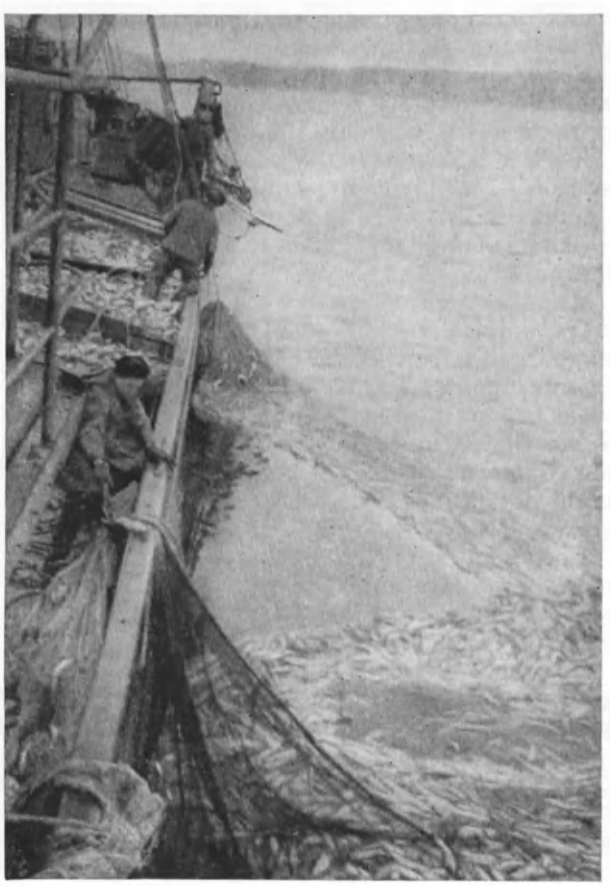
Бром используется для лечебных целей, он входит в состав многих красителей, фотопрепаратов, добавляют его в топливо для двигателей внутреннего сгорания.

Из морской воды извлекают также калий, который используется в основном как удобрение. Добыча его развита в Англии, Японии и других странах.

Технология получения полезных веществ из вод океана пока еще плохо разработана. Извлекать из морской воды полезные ископаемые очень трудно, и часто приходится затрачивать гораздо больше средств, чем для добычи их на

суше. Но ведь это только «пока» и «еще». Способы добычи быстро совершенствуются. Если разработку океанских вод вести комплексно, т. е. одновременно извлекать из них несколько полезных веществ, это очень удешевит производство. Человек сможет тогда использовать громадные запасы веществ, которые растворены в водах Мирового океана. Вода, которая освободится от растворенных в ней химических элементов, пойдет для орошения полей и для снабжения городов. По расчетам Всесоюзного института галургии (Солевого института) при комплексной переработке морской воды на каждые 10 тыс. *Т* пищевой соли получается 1700 *Т* сырого гипса, 370 *Т* калийного удобрения, около 2000 *Т* магнезии, 26 *Т* брома и другие вещества.

Некоторые элементы, содержащиеся в морской воде, сначала были открыты в организме живых существ и только потом в морской воде. Так, в Англии элемент ниобий обнаружили в организме асцидий, а затем уже в ничтожных количествах в воде Плимутского залива, со дна которого были эти асцидии взяты. Морские животные обладают способностью поглощать и концентрировать в теле различные редкие вещества. Моллюски, например, поглощают много меди, асцидии — ванадия, радиолярии — стронция, медузы — цинк, олово, свинец, водоросли и губки — йод.



Советский траулер на ловле рыбы.

Водоросли ламинарии концентрируют много алюминия, некоторые бактерии — серу, железо и другие вещества.

Со временем, может быть, удастся найти «биологические способы» извлечения редких веществ из морской воды. Мелководные лагуны будут искусственно заселяться организмами, поглощающими никель, кобальт, церий, цезий, уран, торий, ванадий, молибден, радий, а затем из их тела «концентрат» одного из этих веществ будет извлекаться химическими методами в промышленном масштабе. Йод уже давно получают из морских водорослей, растущих на мелководьях вблизи берега.

Экспедиции советских ученых на «Витязе» обнаружили в различных районах океана тысячи квадратных миль дна, усеянных железо-марганцевыми конкрециями. Это твердые желваки размером от горошины до булыжника в два кулака. Помимо марганца и железа, составляющих основную массу конкреций, в них содержится медь, никель, кобальт и много редких элементов.

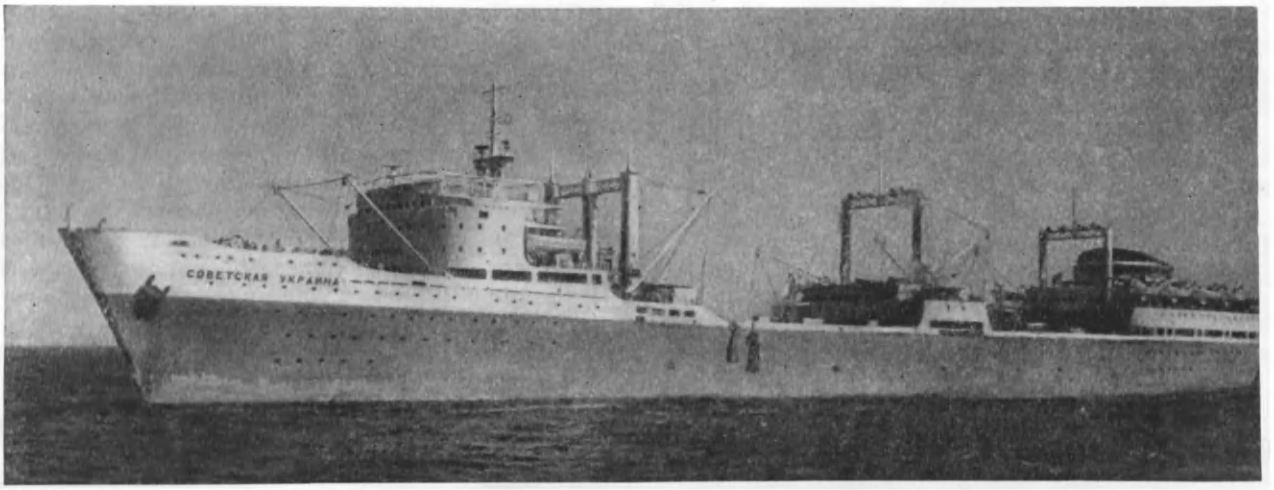
Процесс накопления различных веществ в конкрециях точно неизвестен, но поражает масштаб этого явления. Так, например, запасы кобальта на континентах оцениваются в миллионы тонн, а в конкрециях на дне океана их в тысячи раз больше.

Кроме океанов, конкреций особенно много в Карском море. Имеются они также в Балтийском и Баренцевом морях.

Общие запасы железо-марганцевых конкреций колоссальны: 200 млрд. *Т*. В Тихом океане — 100 млрд. *Т*, а остальные в Атлантическом и Индийском.

В США составлен план добычи железо-марганцевых конкреций в размере 5 тыс. *Т* в сутки. Специально оборудованные корабли будут их тралить со дна на глубинах в 4—5 *км*. Затем руда будет доставляться в ближайшие порты, где построят заводы для переработки этого ценного сырья.

Морские недра содержат много ценнейших веществ, например нефть. В нашей стране все большее пространство прибрежных вод Каспийского моря покрывается эстакадами и пло-



Китовая база «Советская Украина» в районе промысла.

щадками, с которых бурят и добывают нефть из недр морского дна. Некоторые вышки расположены на много километров от берега. Широко развиты морские нефтяные промыслы на береговых отмелях в Карибском море и в Мексиканском заливе. Особенную известность получили морские нефтяные промыслы вблизи берегов Венесуэлы.

Само море помогает использовать некоторые сокровища Земли, рассеянные в его недрах в небольших количествах. Волны, набегая на берег, разрушают его, перетирают обломочный материал. Скатываясь, они увлекают за собой гальку, песок, ил. При этом более тяжелый материал оседает вблизи берега. В обломочном материале встречаются такие ценнейшие и редкие элементы, как ванадий, титан, как радиоактивные и др.

За многие тысячелетия морские волны совершают такую работу по сортировке различных частиц, которую не может человек выполнить даже с помощью совершенных промывных сит.

На пляжах и в прибрежных наносах концентрируются массы этих ценных веществ.

В некоторых местах, например на юге Индии, концентрация радиоактивных веществ в прибрежных песках так велика, что они служат сырьем для атомной промышленности.

Океан содержит огромные запасы рыбы, съедобных моллюсков, ракообразных и водорослей. Общий мировой улов составляет в год 45 млн. *Т*(по данным ООН). Из них в пресных водах добывают только 10%, остальное — в морях и океанах. Первое место в промысле занимают рыбы — 85%, затем киты — 6%, моллюски и ракообразные — 8% и водоросли — 1%. Больше всего рыбы добывается в северном полушарии. В южном полушарии богатейшие рыбные районы находятся вблизи берегов Африки, Южной Америки, Индонезии, Австралии.

Атлантический и Тихий океаны дают 88% мирового промысла, южная часть Северного Ледовитого океана (Баренцево, Норвежское, Гренландское моря) — 7%, Индийский океан — 5%. В морском рыболовстве главное значение имеют сельдевые (сельди, сардины, анчоусы). Их добывают более 14 млн. *Т* в год. Второе место занимают тресковые — более 5 млн. *Т*, далее скумбриевые и тунцы — более 2 млн. *Т*, затем камбаловые — более 1 млн. *Т*. Добыча лососевых достигает 500 тыс. *Т*.

Особенно много добывают дальневосточных лососей, кеты, горбуши, чавычи, красной.

В Советском Союзе за последние 10 лет улов рыбы вместе с добычей других морских продуктов значительно вырос, главным образом за счет океанического рыболовства. В СССР оно превышает теперь 80% всех уловов. В настоящее время СССР по морскому промыслу занимает четвертое место в мире. Огромное количество моллюсков, ракообразных, трепангов, червей, водорослей добывают в Тропической области океанов.

Это излюбленная пища в Китае, Японии, Индии и других странах.

Несмотря на совершенство современной рыболовной техники — мощные суда, разнообразные сети, акустические приборы, при помощи

которых обнаруживают рыбу, рыболовство все же можно назвать охотой — человек ищет по морям и океанам рыб или китов, настигает добычу и ловит ее.

В недалеком будущем наряду с охотой за стихийными скоплениями рыбы придут новые рациональные формы промысла.

Среди морских обитателей есть немало «смышленых», легко поддающихся дрессировке, например дельфины, которые могли бы «пасти» косяки рыб не хуже овчарок на овечьих пастбищах. Тогда рыболовы будут руководить движением рыбных стай. Возможно, будут созданы электрические устройства, ограничивающие разброд рыбьих стай. При помощи акустических приборов люди станут созывать рыб или китов. Да и рыбное население изменится в разных районах. Уже сейчас советские ученые накопили опыт по акклиматизации рыб. Но это только начало большой работы по улучшению и увеличению богатств промысловых животных океанов и морей. Надо «бесполезных» животных (морские звезды, морские ежи и другие прожорливые существа) использовать как корм птицам и для удобрения полей.

Океан таит в себе громадные запасы энергии. Как известно, под действием сил притяжения, идущих от Солнца и Луны, на Земле возникают морские приливы и отливы.

Вода дважды или один раз в сутки подходит к берегу, затопляя часто обширные пространства. Уровень воды в отдельных местах поднимается на несколько метров. Такое регулярное движение воды таит в себе огромные запасы энергии. Сейчас эта энергия океана понемногу начинает использоваться. Во Франции уже построена приливная гидроэлектростанция. Проектируются они в СССР и в других странах.

Большой недостаток таких электростанций — неравномерность в работе: они работают на полную мощность не круглосуточно. Но их можно включить в энергетическую систему. В СССР разрабатывается несколько проектов приливных электростанций: в Лумбовской губе, на Мурмане, в устьях рр. Мезени и Кулоя и в восточной части Мезенского залива, а затем и в Пенжинском заливе Охотского моря, где приливы достигают 13 *м* высоты.

Океан тесно связан с окружающими континентами и с простирающимся над ним космосом, особенно с Солнцем и Луной.

Китобойное судно «Дерзкий-45» с добытыми кашалотами.

С поверхности Мирового океана испаряется ежегодно 448 тыс. $км^3$ воды. Из них 107 тыс. $км^3$ выпадает над сушей. Так океан увлажняет земли, находящиеся далеко от его берегов. Напоенная им, зеленеет земля, созревают хлеба на полях, овощи в огородах, фрукты в садах.

И как бы далеко от берега моря ни находилось место, где мы живем, всюду мы получаем дары океана.

Они лежат на полках магазинов в виде пакетов соли, бочек рыбы, аккуратных банок консервов и многих других продуктов. Вы идете по улице и любуетесь облицовкой домов: белыми известковыми плитами. «Родина» известняка — морская пучина. Высоко в небе летит самолет. В сплав металла, из которого он построен, входит магний, добытый из морской воды. Всюду есть частицы великого Мирового океана.

Очень многими его богатствами уже пользуется человек, но они не составляют и тысячной доли того, что можно извлечь из его глубин. Настанет время, когда человек, вооруженный совершенной техникой, овладеет всеми богатствами подводного мира.

Подводное земледелие

В аптеке продаются морская капуста и конфеты-драже, в состав которых входят морские водоросли. В продуктовом магазине можно купить консервы из овощей с морской капустой. Морская капуста — один из 70 видов морских водорослей, которые пригодны для употребления в пищу. В том или ином количестве водоросли содержат те же питательные вещества, витамины и минеральные соли, которые мы находим в овощах. Жители побережья Ирландского моря

употребляют в качестве приправы к пище бурую водоросль порфиру. Морские водоросли составляют обычную часть пищевого рациона китайцев и японцев, живущих близ морского берега.

В 1963 г. Советское правительство разрешило рыбакам японского острова Хоккайдо, промысел морских водорослей в территориальных водах советского острова Сигнального.

В Японии не довольствуются «дикорастущими» водорослями и создают подводные плантации. На них выращивают и собирают урожаи водорослей. С одного гектара можно собрать водорослей в 3—4 раза больше, чем сена с хорошего луга. Бо́льшая часть съедобных водорослей растет в холодных водах. В некоторых странах успешно производится акклиматизация холоднолюбивых водорослей в теплых водах. Морские водоросли подмешивают в корм скота и употребляют в качестве удобрения. Продукты переработки водорослей широко применяются в пищевой промышленности, например при изготовлении

мороженого, кремов и конфет; в текстильной промышленности — для закрепления окраски тканей. Можно назвать более десятка веществ, получаемых из водорослей и широко используемых в разных отраслях промышленности. Не так давно для сбора «подводного урожая» сконструированы и успешно применяются специальные самоходные косилки, передвигающиеся по дну.

СНЕГ И ЛАВИНЫ

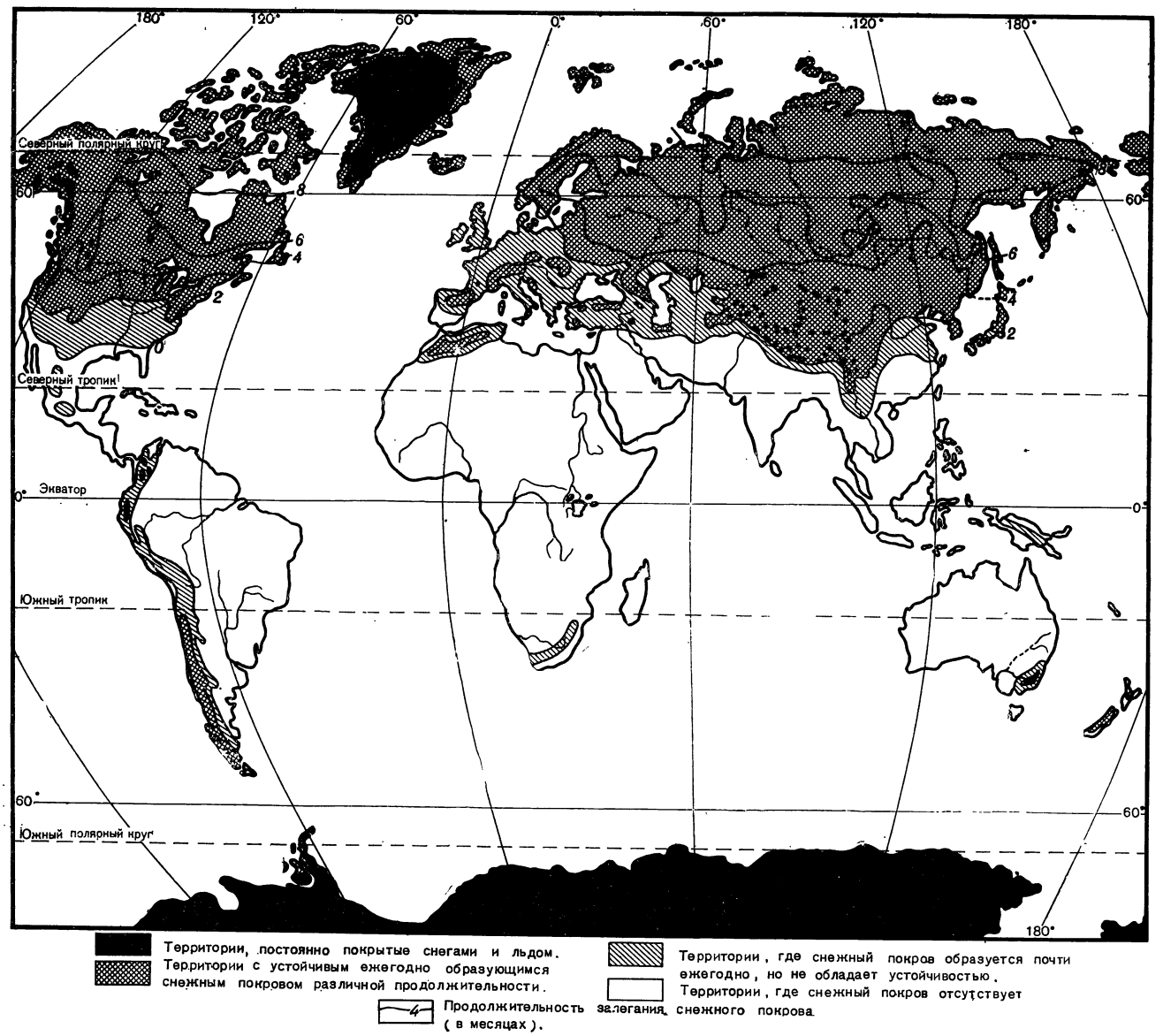
СНЕГ

Посмотрите на карту снежного покрова земного шара и вы поймете, какое огромное значение имеет снег для нашей Родины.

Зимой в нашей стране снег одевает белым покрывалом огромные пространства. На 75% площади нашей Родины снег лежит более 4 месяцев, а на севере — до 8—9 месяцев.

Когда в северном полушарии наступает зима, приходится быть готовым к защите от излишнего снега. Из многих стран начинают поступать сообщения о снежных заносах, нарушивших движение железнодорожного и автомобильного транспорта, о катастрофах в горных районах из-за падения лавин.

На улицы городов выходят снегоуборочные машины, и самосвалы вывозят снег за город.



Распределение снежного покрова на земном шаре (карта составлена Г. Д. Рихтером).

«Нигде влияние снежного покрова так не велико, как в России, так как нигде нет равнины настолько обширной, отдаленной от морей и покрытой снегом зимой», — писал А. И. Воейков, замечательный русской географ и климатолог.

Снег возникает в атмосфере. Водяные пары, содержащиеся в воздухе, при охлаждении начинают конденсироваться: образуются мельчайшие водяные капли. Замерзая, они служат ядрами для роста ледяных кристаллов — снежинок. Падая, снежинки пролетают через слои более теплого воздуха, насыщенного водяным паром. Водяные пары оседают на поверхности и гранях снежинок, увеличивая их размеры. В большинстве случаев снежинки имеют форму шестигранных пластинок, звездочек с шестью лучами или столбиков также шестигранной формы.

В известной степени размеры и форма снежинок зависят от температуры и влажности тех слоев воздуха, через которые они пролетали, прежде чем попасть на землю. При низких тем-

пературах воздуха и малой насыщенности водяным паром образуются очень мелкие снежинки. Например, в Якутии и в высокогорных местах снег напоминает алмазную пыль, так как состоит из тонких ледяных игл. При температурах, близких к 0°, выпадают крупные снежинки, а при положительных температурах (+1°, +2°) отдельные снежинки, падая, соединяются в крупные хлопья. На земной поверхности снежинки образуют отложения снега.

Обычно снегопады сопровождаются метелью: ветер переносит снег в близких к поверхности земли слоях. При этом различают поземку, или низовую метель, и общую, или верхнюю, метель. При поземке новый снег не выпадает. За счет поземки происходит лишь перераспределение снега и заполнение неровностей рельефа. При верхней метели может выпасть много снегу.

Метели перераспределяют снег в безлесных районах — тундре, лесостепи и степи. Здесь особенно опасны снежные заносы на дорогах. Иногда в поселках снег засыпает четырехэтажные дома до самых крыш.

Метели сносят снег с полей в глубокие овраги. Поля лишаются влаги, содержащейся в снегу, а в оврагах накапливаются большие запасы снега. В весеннее время они превращаются в бурные потоки, способствующие росту оврагов, а овраги наносят большой вред народному хозяйству.

В лесной зоне снег распределяется довольно равномерно: метелям тут негде «разгуляться».

Снежная толща состоит из ледяных частиц, воздуха и водяного пара. Эта смесь неустойчива, часто бывает очень рыхлой, но обладает высокими теплоизоляционными свойствами. Так, достаточно высокий снежный покров надежно укутывает теплым покрывалом посевы озимых хлебов, предохраняя их от вымерзания. Как только установится снежный покров, в нем начинаются внутренние процессы, которые приводят к уплотнению ледяных частиц. Поэтому к весне снег постепенно теряет свойства, защищающие почву от промерзания.

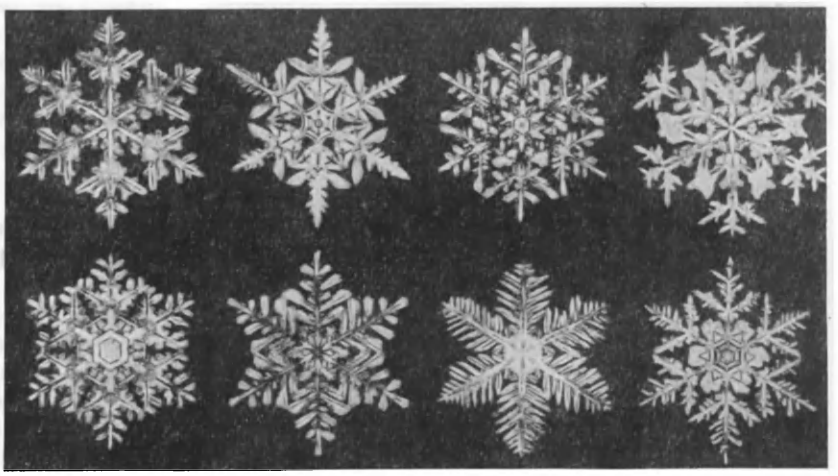
В течение зимы снег подвергается внешним воздействиям погоды: после оттепелей, сменяющихся морозами, поверхность намокшего снега покрывается твердой ледяной коркой; сильные ветры могут избороздить снежную поверхность глубокими впадинами, в которые ляжет свежий снег, и т. д. В снегу возникает слоистость, отражающая все изменения зимней погоды. Снежный покров — своеобразный самописец, регистратор погоды.

Слоистость снега помогает выяснять многие стороны зимней природы. Так, например, массовая перекочевка северных оленей из одного района в другой часто объясняется тем, что в нижних горизонтах снега, у почвы, где растет лишайник — ягель, снег сделался таким сыпучим и рыхлым, что животные не смогли добывать корм. Ледяная корка, или гололед,— страшная опасность для скота, пасущегося на зимних пастбищах. Животные не могут пробить лед и достать корм.

Но все же положительное значение снега неизмеримо больше, чем некоторые вредные его последствия. За зиму в снежном покрове накапливается много влаги, необходимой растениям. С ноября по март в земледельческих районах СССР выпадает в виде снега от $^1/_4$ до $^1/_3$ годовой суммы осадков.

Для определения запасов воды, содержащихся в снежном покрове, и расчетов величины весеннего половодья производятся регулярные (через каждые 10 дней) снегомерные съемки. В точках, через которые проводят снегомерные профили, измеряют толщину и плотность снежного покрова.

Советские ученые составляют прогнозы количества талых вод, которые получат реки и озера, изучают влияние талых снеговых вод на смыв почв и рост оврагов, разрабатывают



Кристаллики льда в снежинках образуют тончайшие узоры.

наилучшие способы борьбы со снежными заносами и приемы снегозадержания на полях.

Активное вмешательство советских людей в перераспределение снега по территории страны позволяет лучше использовать его ценные свойства в народном хозяйстве и уничтожать неблагоприятные последствия.

ЛАВИНЫ

Когда в горных районах снег накапливается на крутых склонах, он может сорваться и образовать снежный обвал, или лавину, которая обладает большой разрушительной силой. Лавины могут уничтожить на своем пути целые селения. Поэтому в Альпах снежные лавины называют «белой гибелью» или «белой смертью».

На первый взгляд кажется странным, что легкий, «как пух», снег может принести столько бед. Но следует вспомнить, что один кубический метр воды весит тонну, а кубический метр уплотненного, слежавшегося снега — около 300—400 *кГ*. Бывают лавины весом до 200 тыс., а иногда и 500 тыс. *Т*. Обрушиваясь с высоты 1 или 2 *км*, лавина ударяет с огромной силой. Кроме того, при падении лавины образуется воздушная волна большой разрушительной силы. Если своевременно не принять меры, то падающая лавина может вызвать бедствие.

Снежная лавина, устремляясь вниз, уничтожает все на своем пути.

Так, во время строительства одной железной дороги в Альпах произошла катастрофа. Вблизи тоннеля, где производились работы, как обычно, возник поселок со служебными постройками, жилыми домами для строителей и двухэтажной гостиницей, построенной на прочном бетонном фундаменте.

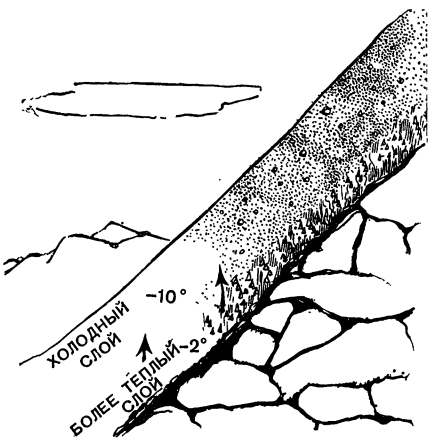
Инженеры, строившие железную дорогу, предварительно не обследовали горные склоны, хотя местные жители предупреждали, что угрожает снежный обвал. Через некоторое время, заметив зловещие признаки надвигающейся лавины, местные жители посоветовали строителям немедленно покинуть поселок и искать убежища в соседних деревнях.

Однако руководители строительства не прислушались к этим разумным советам. Вечером в день катастрофы люди собрались в гостинице. Посмеиваясь, они прочитали предостерегающее письмо, посланное кем-то из долины. Но не прошло и часа, как со склона соседней горы сорвалась снежная лавина. Спасаться было поздно. Хотя лавина остановилась в нескольких метрах от гостиницы, но предшествовавшая ей воздушная волна разрушила дом. Крыша здания оказалась переброшенной на склон другой горы. Тяжелый бильярдный стол позднее нашли в горной реке. Страшным давлением воздуха люди, сидевшие лицом к горе, были задушены. Из 30 человек, находившихся в гостинице, 12 погибли, а остальные были ранены.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛАВИН

Падение лавины только на первый взгляд кажется совершенно неожиданным. Советские исследователи лавин хорошо изучили причины этого грозного явления природы. Отчего же возникают лавины?

В то время как в верхних слоях снежного покрова температура понижается до —10° и —20°, в толщах снега, прилегающих к земле,



Так образуется лавиноопасный слой.

сохраняются температуры, близкие к 0° (примерно —2°). Таким образом, в снежном покрове толщиной даже в 40—50 *см* возникает разница в температурах между верхними и нижними слоями снега. Вследствие этой разницы температур в нижних слоях начинается движение водяных паров и испарение снега. Нижняя толща снега разрыхляется, теряет устойчивость и превращается в лавиноопасный слой.

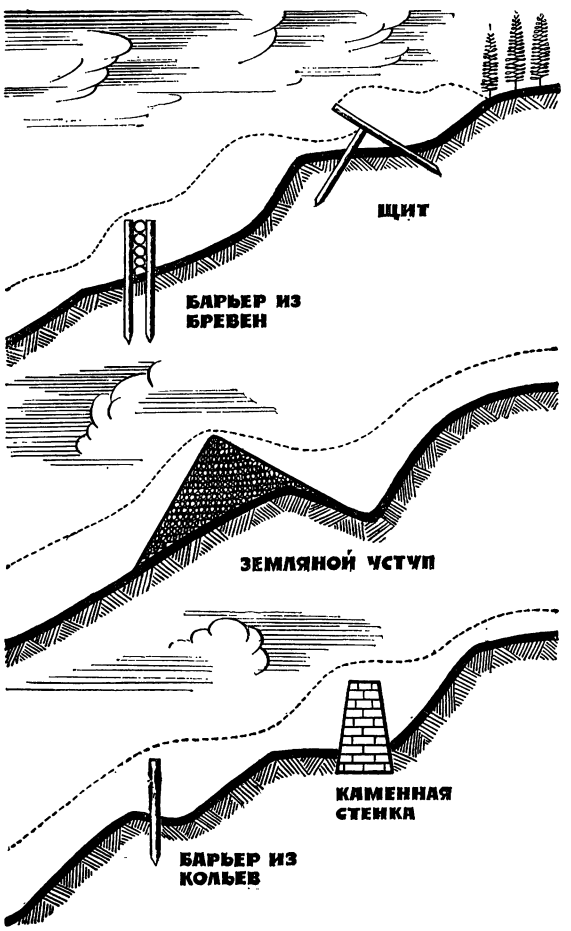
Лыжникам хорошо знакомо, как иногда неожиданно осаживается под лыжами снег с характерным ухающим звуком. Это явление объясняется разрыхлением нижних слоев снежного покрова (образование лавиноопасного слоя); оно происходит не только на склонах гор, но и на равнинах. Однако лавины возникают только в том случае, если снег накапливается на крутых склонах (от 15° и выше), где он не может удержаться. Особенно опасны склоны крутизной 30—35°: на них снег накапливается медленно, пока его толща не достигнет значительной мощности. Тогда снежная масса скатывается.

Лавины падают обычно во время метелей или в течение двух суток после окончания снегопада и во время оттепелей. С собой они выносят в долины много обломков горных пород.

БОРЬБА С ЛАВИНАМИ

Снежные лавины — характерное явление природы в горных и заполярных районах земного шара.

В горных местах, где строятся электростанции, промышленные и жилые здания, железные и шоссейные дороги, ведутся наблюдения за лавиноопасными склонами. Ученые уже могут предсказывать время и место падения лавин. Разработаны конструкции защитных сооружений; лавиноопасные склоны застраивают снегоудерживающими стенками, направляющими дамбами и лавинорезами. Над горными дорогами строят железобетонные противолавинные галереи. Один из действенных способов борьбы с лавинами, который применяется у нас на Кавказе и в Хибинских горах,— минометный обстрел лавиноопасных склонов. Так искусственно вызывают падение небольших лавин и постепенно разгружают от больших скоплений снега лавиноопасные склоны гор.



Чтобы предупредить возникновение лавины, снежный пласт на горном склоне перегораживают бревенчатыми, каменными или земляными стенками.

ЛЕДНИКИ

На земном шаре есть области, покрытые никогда не стаивающими льдами и снегами. Климат в таких местах холодный и влажный: зима длинная и снежная, а лето прохладное и короткое. Снег не успевает растаять за лето. Год за годом он накапливается в углублениях, или котловинах, и с течением времени сплошным покровом одевает поверхность Земли. Такие области находятся в полярных странах и высокогорных районах. Общая их площадь на земном шаре около 16 млн. *км*^{2}. Больше 11% суши покрыто вечным льдом.

Снег, который накапливается в котловинах, в солнечные дни оттаивает на поверхности, а ночью снова подмерзает. Талая вода просачивается внутрь слоя снега и там застывает в виде тоненьких пленок, окружающих отдельные снежинки. Каждая снежинка, покрытая льдом, имеет вид зерна, и весь слой снега постепенно становится зернистым. Слежавшийся, уплотнившийся снег с отдельными зернышками льда называется ф и р н о м. Зернышки постепенно увеличиваются в размерах. Нижние слои фирна все больше и больше уплотняются и превращаются в непрозрачный зернистый белый фирновый лед.

Снег продолжает накапливаться на поверхности; с каждым годом давление на фирновый лед все возрастает, он еще более уплотняется. Из него выделяются пузырьки воздуха, и ледяные зернышки перекристаллизовываются. Постепенно фирновый лед превращается в прозрачный голубоватый г л е т ч е р н ы й лед (по-немецки — «глетчер»—ледник), сплошь состоящий из ледяных кристаллов.

Ледник Федченко на Памире.

Глетчерный лед под давлением начинает течь, как жидкость, оставаясь в то же время твердым телом, подобно воску, сургучу, сапожному вару, стали, олову.

Когда на глетчерном льду накопится много фирна и снега, а давление будет достаточно большим, лед начнет вытекать из котловины, образуя л е д н и к. Обычно снег и фирн накапливаются в котловинах с крутыми склонами. Их называют ледниковыми ц и р к а м и или к а р а м и. Это области питания ледника. Скорость движения льда тем больше, чем крупнее ледник и круче склон, по которому он течет. Ученые различают несколько типов ледников. Главные из них — м а т е р и к о в ы е и г о р н ы е ледники. Материковый ледник сплошной массой покрывает о-в Гренландия и Антарктиду. На о-ве Гренландия лед огромной толщины, местами свыше 3 тыс. *м*. Как же могла образоваться такая ледяная толща?

Гренландия представляет собой равнину, с севера и восто-

ка окаймленную горами. На равнине в углублениях, или котловинах, накапливался снег. Постепенно он слеживался, уплотнялся, превращался в фирновый, а затем и в глетчерный лед. Под давлением глетчерный лед приобрел текучесть. Из котловин начали медленно вытекать ледники, расползаясь во все стороны, как тесто, переполнившее квашню. Ледники из разных котловин слились и образовали огромный ледяной покров большой толщины, который начал постепенно сползать в сторону уклона местности.

Материковые ледники движутся довольно быстро, так как глетчерный лед обладает большой пластичностью. Скорость некоторых ледников Гренландии доходит до 40 *м* в сутки. Еще больше по размерам и мощности ледник, покрывающий белой шапкой Антарктиду. Почти весь континент, за исключением отдельных участков и крутых склонов горных хребтов, находится под постоянным мощным слоем материкового льда. Площадь, занятая льдом, исчисляется в 13 млн. *км*^{2}. Толщина ледника колеблется от 2000 до 4200 *м*. Наибольшей мощности он достигает в центральной части материка, где поверхность материка как бы вдавливается и опускается местами ниже уровня океана. Поэтому раньше думали, что под ледяной шапкой Антарктиды не материк, а архипелаг островов.

Гигантская трещина пересекает ледник.

Ледники Гренландии и Антарктиды спускаются в океан, обламываются и дают начало ледяным плавучим горам — а й с б е р г а м. Большие айсберги имеют форму либо причудливых скал высотой иногда более 100 *м* над уровнем моря, либо плавучих островов, достигающих нескольких десятков километров в длину. Иногда они похожи на огромные столы с плоской верхушкой, покрытой ослепительно-белым снегом. Чаще всего такую форму имеют айсберги Антарктиды, так как мощный ледяной покров этого материка, спускаясь в море, не сразу обламывается, а держится на воде, как бы на плаву. Такие ледники называются ш е л ь ф о в ы м и. Наиболее крупный из них — ледник Росса. Это огромный ледяной язык, сползающий с приплюснутого плато в море Росса. Его конец образует в море тысячекилометровый барьер высотой до 65 *м*. Скорость движения ледника 3 *м* в сутки.

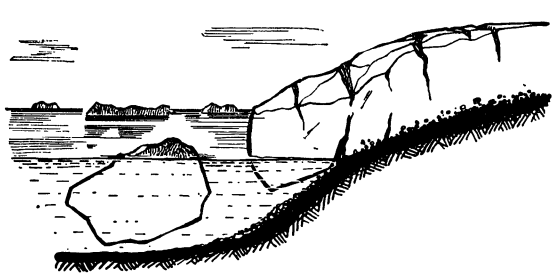
В 1912 г. погиб в Атлантическом океане огромный пароход «Титаник», столкнувшийся

Столообразный айсберг (Антарктика).

в тумане с айсбергом, занесенным течением в такие широты, где обычно плавучие льды не встречаются. После гибели «Титаника» была организована интернациональная служба охраны, которая ведет наблюдения за опасными ледяными горами. Теперь на судах устанавливают радиолокаторы — приборы, заранее предупреждающие, что на пути айсберг.

Путешественникам по северным морям иногда удавалось наблюдать интересное явление — взрывы айсбергов, плавающих по водам океана.

Какая же причина взрыва ледяных гор? Свежевыпавший снег содержит в себе много воздуха, который при уплотнении льда и снега проникает внутрь ледника и постепенно уходит оттуда по трещинам. Если их нет, воздух может скопиться в какой-нибудь пустоте, или камере, внутри льда. Там он будет находиться под большим давлением. По мере уплотнения льда давление станет увеличиваться. При таянии ледника камера с сжатым воздухом может внезапно вскрыться; давление в ней сразу резко понизится, а воздух быстро расширится, и произойдет взрыв. Если ходить по поверхности ледника в жаркий солнечный день, то можно услышать звуки, похожие на хруст. Это взрываются внутри ледника маленькие камеры со сжатым воздухом.



Так из материковых льдов образуются айсберги.

Горные ледники берут начало из котловин, расположенных на склонах высоких гор, выше границы вечного снега. Они текут вниз по ущельям и долинам. На своем пути лед расширяет и обтачивает склоны долины, отчего она постепенно приобретает характерную форму корыта; поэтому ледниковую долину называют трогом, что в переводе с норвежского означает «корыто». Сверху горный ледник похож на широкую как бы остановившуюся реку.

Наиболее крупные ледники — долинные. Они занимают уже готовые речные долины. Склоны гор бывают обрывисты, и тогда ледник как бы свисает с уступа. Время от времени край ледника обламывается и с грохотом падает вниз тяжелой ледяной лавиной. Такие ледники называют висячими.

Горные ледники обычно небольших размеров. В Европе самые крупные ледники Альп достигают 27 *км* в длину. Площадь их не превышает 115 *км*^{2}. Длина крупных кавказских ледников не более 20 *км*, а площадь около 48 *км*^{2}. Самые длинные ледники находятся в Азии. В Тянь-Шане и на Памире их длина достигает 70—80 *км* (ледник Федченко и др.).

Толщина льда в горных ледниках исчисляется несколькими сотнями метров, а скорость движения очень мала. Однажды группа ученых, изучавшая горные ледники, вырубила себе во льду под огромным валуном целую квартиру — комнату и кухню, которую они называли своей гостиницей. Валун вместе с «гостиницей» за два года переместился всего на 146 *м* по течению ледника. Некоторые ледники движутся еще медленнее. Так, например, ледники Кавказа имеют скорость не более 35—45 *м* в год. Крупные ледники Памира и Тянь-Шаня движутся со скоростью до 1200 *м* в год.

Горные реки, встречая на пути уступы, образуют пороги и водопады, похожие на крутые

ступени. Ледник, стекая по таким уступам, образует л е д о п а д. В местах ледопадов ледник раскалывается глубокими поперечными трещинами и распадается на отдельные глыбы, принимающие при таянии причудливые формы. Глубокие трещины образуются и на поверхности ледника, по краям его, где движение льда замедляется трением о берега долины. Трещины ледника очень опасны для альпинистов, особенно если их покрывает свежевыпавший снег.

Горные ледники кончаются там, где солнечного тепла достаточно, чтобы растопить весь притекающий лед. В конце ледника вытекает бурная горная речка, питаемая талыми водами ледника. Ледник давит на поверхность земли своим огромным весом. При движении он производит большую разрушительную работу. Упавшие на его поверхность обломки, а иногда и большие куски скал движутся вместе с ним. Такие скопления обломков горных пород на поверхности ледника, внутри его ледяной массы или подо льдом называют м о р е н о й. Различают морены донные, боковые, срединные, внутренние и конечные.

Валуны морены, особенно донной, часто бывают покрыты царапинами, полученными ими при движении ледника по твердым породам. В одних случаях ледник отрывает куски от скал, в других — он шлифует и собирает обломки, встречающиеся на его пути. На поверхности ледника морена образуется в результате выветривания горных пород. Обломки их сваливаются на ледник, и по его краям возникают как бы валы. Это так называемые б о к о в ы е м о р е н ы. Если два долинных

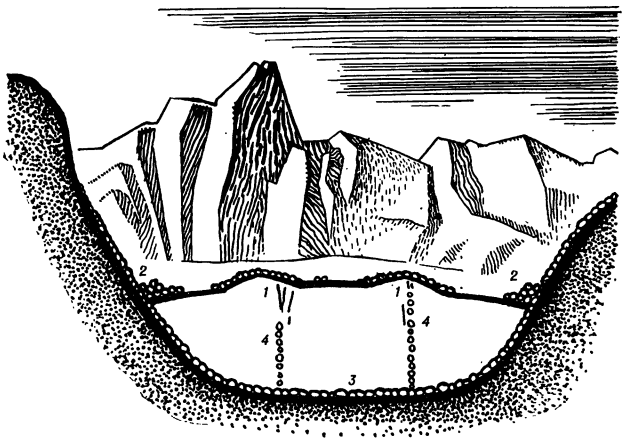
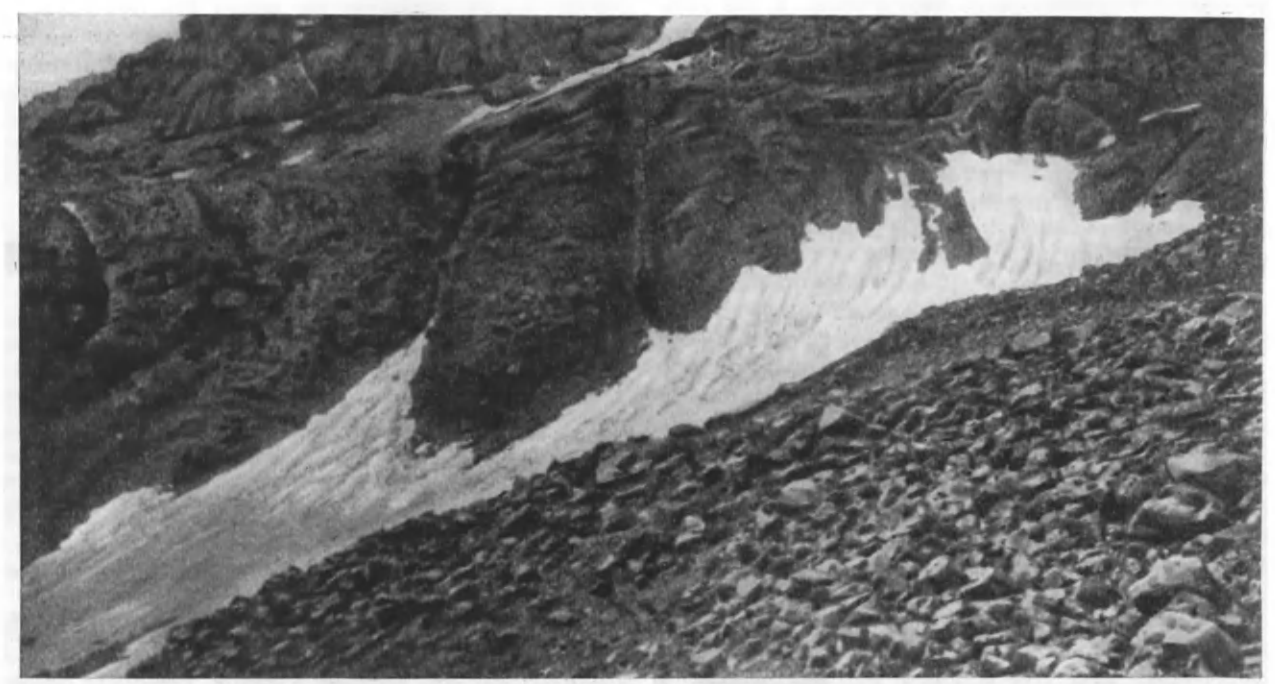


Схема расположения морен в леднике: *1* — срединная морена; *2* — боковая морена; *3* — донная морена; *4* — внутренняя морена.



Ледник принес с собой обломки горных пород — морену.

ледника соединяются в один, то две боковые морены образуют одну срединную морену. По числу срединных морен можно определить, из скольких ледниковых потоков образовался данный ледник. В том месте, где ледник тает, принесенные им обломки накапливаются в виде вала полукруглой формы, называемого конечной мореной. Высота этого вала иногда бывает значительной.

Отложения ледника всегда можно отличить от осадков текучей воды: морены не бывают слоистыми, в них не наблюдается сортировка обломочного материала, тогда как талые воды ледника, перемывая морену, отлагают отсортированные слои галечников и песков. В наше время материковые ледники не имеют широкого распространения, за исключением Гренландии и Антарктиды, но примерно полмиллиона лет назад в северном полушарии обширные ледниковые массы покрывали северные части Европы, Азии и Северной Америки.

Средняя мощность ледяного покрова Европы, по предположению ученых, превышала 1000 *м*. До этого в северном полушарии климат был мягкий и теплый. Но вот с похолоданием климата на Скандинавском п-ове образовался ледник, который распространился на значительную часть Европы. Ледники доходили на юге до Карпат и до места, где ныне расположен г. Днепропетровск.

Древние ледники, отступая, оставляли морены на огромной территории континентов. По этим характерным отложениям мы и узнаем о границах распространения ледниковых покровов. Конечные морены в виде пологих увалов хорошо показывают границу распространения ледника.

Когда ледник встречал на своем пути твердые каменные породы, он обрабатывал их, сглаживал, округлял, отполировывал. Так образовывались курчавые скалы и «бараньи лбы». Изучая следы деятельности ледника и оставленные им морены, можно определить, откуда двигался ледник. Так, например, в Подмосковье среди морены попадаются валуны таких пород, которые можно встретить только на Скандинавском п-ове. Отсюда ученые сделали вывод, что ледник нес эти валуны через всю территорию Русской равнины от Скандинавского п-ова до Днепра и Дона. На Западную Сибирь ледник наступал с Северного Урала, Новой Земли и с п-ова Таймыр. В Северной Америке образовались три громадных ледника, развившихся в северной части Кордильер и на п-ове Лабрадор. Наука установила, что оледенения повторялись. Они бывали не только в четвертичное время (в Европе четыре раза), но и в самые отдаленные геологические эпохи.

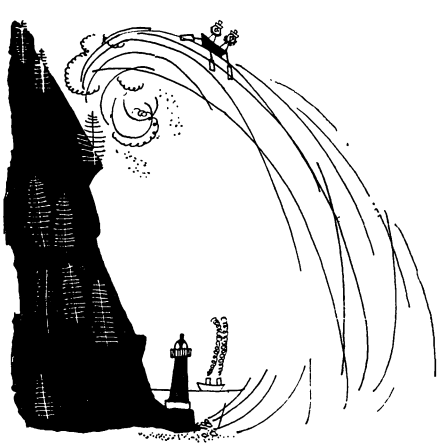
Изучение ледников имеет большое практическое значение: ледники служат как бы складами, в которых накапливается и сохраняется влага. Из-под ледников начинаются крупные реки Кавказа и Средней Азии, воды которых отводятся по каналам на поля. Полноводность этих рек в значительной мере зависит от количества снега в горах, от того, удлиняется или укорачивается ледник. Многоводны эти реки в жаркие летние месяцы, когда в горах тают лед и снег. На многих ледниках построены специальные постоянно действующие станции, которые ведут научные наблюдения.

Гигантские волны

Высота океанских волн, вызванных ветром, не превышает 20 *м*. Самые высокие волны — цунами. Они возникают при подводных землетрясениях и не бывают выше 30 *м*. Но есть такое место на берегу Тихого океана, где волны поднимаются на полкилометра! Это бухта Литуйя в заливе Аляска.

Раз в год сюда заходит судно, чтобы перезарядить ацетиленом автоматический маяк. Судно становится на якорь, а на маяк отправляют катер с шлюпкой на буксире. Прибой здесь так силен, что каждый рейс катера сопряжен с опасностью для жизни его экипажа.

Над бухтой Литуйя высится горный кряж с пиком, с которого спускается в море ледник. В 1958 г. в бухту обрушилась часть ледника. Лед увлек за собой громадную скалу и целый поток камней. В бухте поднялась волна 30-метровой высоты. Отраженная от берегов, она выросла в несколько раз. Достигнув поистине гигантских размеров, волна смыла лес в разных частях бухты со склонов прибрежных гор до высоты 520 *м*. Тщательный осмотр поваленных деревьев, которые не были смыты в море, показал, что в бухте не раз образовывались гигантские волны. По возрасту и состоянию сломанных и выкорчеванных волнами деревьев можно было установить, что такая же катастрофа произошла в 1938 г. Гигантские волны бывали и в более ранние годы. Причины этого удивительного явления до конца не выяснены.



РЕКИ И ОЗЕРА

Откуда и как получают реки свою «вечнотекущую» воду? Очень часто реки начинаются там, где грунтовые воды выходят на поверхность. Если это случается на склоне холма или в овраге, грунтовые воды питают ручеек; если на низком ровном месте — они образуют болото. Река Урал, например, начинается родничками, стекающими со склонов гор. Волга вытекает из болота. Среднеазиатская река Зеравшан зарождается в ледяном гроте. Многие кавказские и среднеазиатские реки питаются талой водой стекающих с гор ледников. Однако, каково бы ни было питание рек — дождевое, снеговое, ледниковое или грунтовое,— первоисточником его являются атмосферные осадки. При этом даже самые большие реки Земли у истоков не больше ручья. Исключение составляют только некоторые реки, вытекающие из больших озер, например Нева, Ангара или Рона.

Каким же образом собирают такое огромное количество воды Енисей и Волга в СССР, Амазонка в Бразилии, Миссисипи в США и другие большие реки? Прежде всего им помогают в этом многочисленные притоки, а кроме того, вода половодий и паводков.

П о л о в о д ь е м называют продолжительный подъем уровня воды в реке, вызываемый основным источником питания реки и повторяющийся ежегодно в определенный сезон. П а в о д к о м называют случайный и кратковременный подъем уровня, вызванный, например, сильными ливнями.

В дождливые периоды года, например, в бассейне р. Амура выпадает так много осадков, что реки вздуваются и выходят из берегов. То же происходит с реками на большей части нашей страны во время весеннего половодья, вызванного таянием снегов. К половодью приурочена бо́льшая часть речного стока. Дождевые или талые снеговые воды всюду очень быстро стекают в реки, а реки так же быстро, за какие-нибудь 2—3 месяца, уносят полые воды в море. Годовой сток всех рек СССР равен 4 тыс. $км^3$, а из этого количества 3 тыс. $км^3$ (т. е. три четверти) стекает в море во время половодья.

При дождевом питании половодье у наших рек наступает осенью, при снеговом — весной, при ледниковом — летом. Нередко у рек, начинающихся в горах, бывает два половодья: первое — весной, когда тает снег, второе — летом, при таянии ледников.

В тропическом климате у рек бывает короткое половодье и длительный период низкого уровня воды. В умеренном и полярном климатах к этим двум фазам надо добавить зимний период, когда река скована льдом и уровень воды также очень низок.

Если бы реки получали питание только за счет небольших начальных ручейков или обильных, но сезонных полых вод, они сильно мелели бы в сухое время. Мы знаем, что этого не происходит.

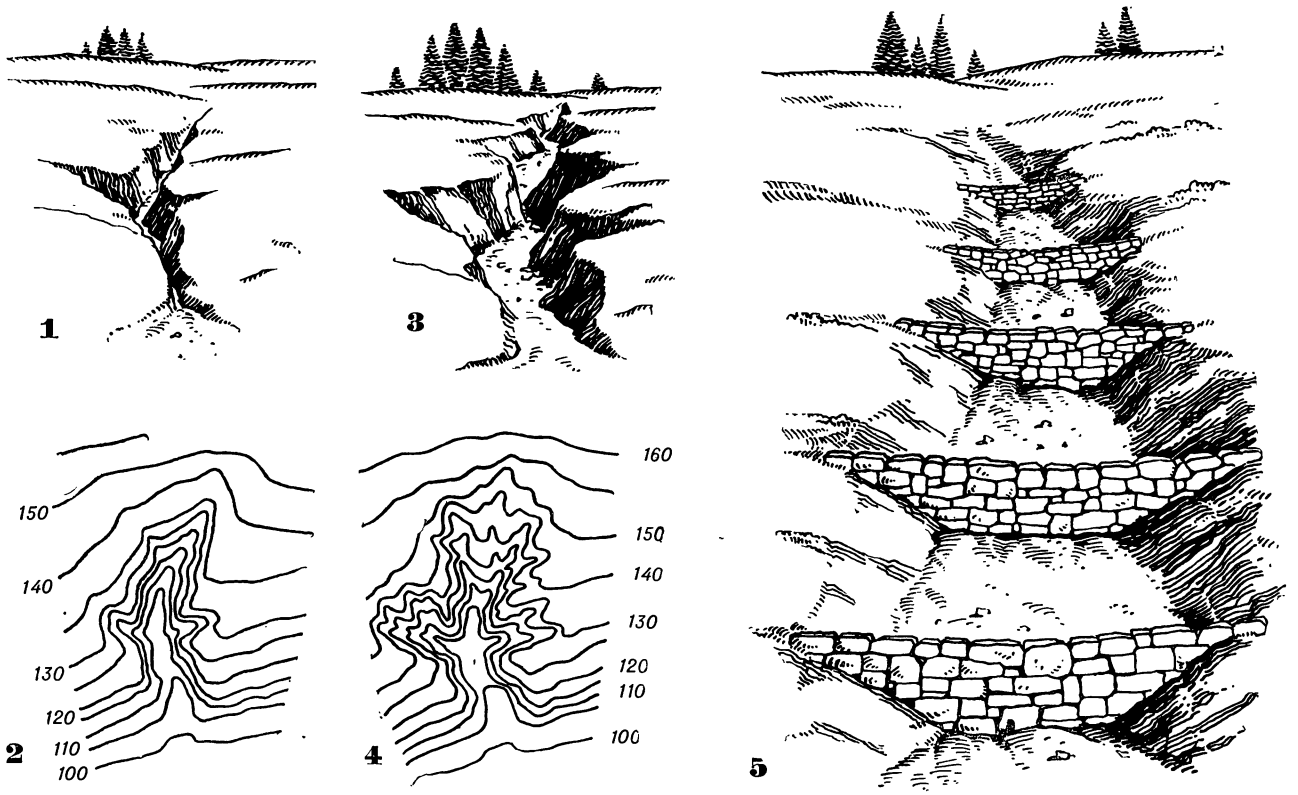
Что же дает рекам устойчивый сток даже в сухое время? Это грунтовые воды.

Между рекой и подземными водохранилищами, как по справедливости можно назвать грунтовые воды, происходит непрерывный водообмен. Во время паводка и половодья, когда идут дожди или тают снега, вода просачивается в грунт, который, как губка, впитывает влагу. Реки в это время выходят из берегов и тоже отдают избыток воды в подземные водоносные слои. Но как только река возвращается в свое русло, уровень грунтовых вод оказывается выше ее уровня и возникает обратный поток. В умеренном климате это происходит летом и зимой, в тропическом — в засушливые месяцы. Грунтовые воды питают реку в виде ручейков, стекающих с обрывистых берегов, или невидимых ключей, бьющих со дна реки. Словом, в течение большэй части года реки получают устойчивое питание главным образом за счет грунтовых вод.

Воды паводка мутные и грязные, а грунтовые хорошо профильтрованы в порах земли. Поэтому летом и зимой вода во многих реках чистая и прозрачная.

От воды, быстро стекающей за время половодья или паводка, мало пользы, а порой она опасна для человека.

Предоставленная сама себе, паводочная вода затопляет не только заливные луга в пойме (долине), но порой и возделанные поля, села и города. Наводнения иногда лишают крова тысячи людей, уничтожают посевы и смывают плодородную почву. В 1927 г., например, на шесть недель разлилась р. Миссисипи. Она затопила площадь 70 тыс. $км^2$ и жилища 750 тыс. человек. Принятые меры оказались недостаточными, и в 1952 г. катастрофическое наводнение на Миссисипи и ее притоке Миссури повторилось. На этот раз пострадало 50 городов, было снесено 27 железнодорожных мостов.



Образование оврага: *1* — зарождение оврага; *2* — изображение появившегося оврага горизонталями; *3* — растущий овраг; *4* — изображение растущего оврага горизонталями; *5* — закрепленный овраг.

За последние годы сильные наводнения происходили во многих странах: в США, в Англии, во Франции, в Мексике, в Бирме, в Китае и СССР. Но особенно часто страдает от наводнений Индия. Во время летних муссонных ветров, приносящих из Индийского океана огромное количество влаги, на территорию Индии обрушиваются страшные ливни. Разливы в бассейнах рр. Инда и Ганга приносят индийскому народу большой ущерб.

Сток реки можно регулировать. Для этого русла рек перегораживают плотинами, а в образовавшихся искусственных озерах — водохранилищах накапливают паводочную воду. Запасенную таким путем воду расходуют по мере надобности на работу турбин гидроэлектростанций, на орошение полей и снабжение водой заводов, фабрик и городов. На р. Ниле, например, под руководством советских специалистов завершается строительство большой Асуанской плотины. Образуется водохранилище, которое даст возможность регулировать сток Нила (см. стр. 21).

Чтобы избежать наводнений, роют отводные каналы и по ним пропускают избыток воды, который не умещается в русле реки. Иногда по берегам реки или по окраинам речной поймы строят дамбы, ограждающие от разлива реки поля и населенные пункты.

У реки, кроме жидкого стока — воды, есть твердый сток — это мелкие минеральные частицы, взвешенные в толще воды, и крупные обломки горных пород, которые течение тащит по дну.

Как только верхний почвенный слой пропитается дождевой водой, она начинает стекать по его поверхности. При этом вода подхватывает частицы почвы. Сильные дожди и весеннее таяние снегов всегда создают поверхностный сток, а он смывает почву в ручьи и реки. Такой смыв почвы носит название поверхностной эрозии.

Вода, стекающая по поверхности почвы, образует небольшие временные ручейки. Они еще сильнее размывают почву, образуя в ней рытвины, которые с течением времени превращаются в овраги.

Овраги сокращают площадь сельскохозяйственных земель, а смыв почвы уменьшает ее плодородие. На территории СССР оврагами за-

нято 2 млн. *га*, а ежегодный смыв почв, по подсчетам Института почвоведения Академии наук, достигает 535 млн. *Т*. Урожаи на смытых почвах резко понижаются.

В совхозах и колхозах ведется настойчивая борьба с эрозией и поверхностным стоком. Поперек оврагов устраивают перемычки, которые замедляют течение воды и задерживают твердые частицы почвы, увлекаемые водой. Склоны оврагов укрепляют травой, кустарником и деревьями. На обработанных полях участки, особенно подверженные эрозии, окружают валами, пашут землю как можно глубже и обязательно поперек склонов. На крутых склонах холмов устраивают террасы, а местами сажают деревья, создают полезащитные лесные полосы.

Но, как бы ни старался человек приостановить эрозию почвы, он может этого добиться только на участках обработанной земли. А такая земля составляет не более одной десятой всей поверхности суши. Водная эрозия — могучий процесс, в течение миллиардов лет формировавший и продолжающий формировать поверхность нашей планеты.

Подсчитано, что за 125 000 лет вода смывает с материков слой почвы толщиной в 1 *м*.

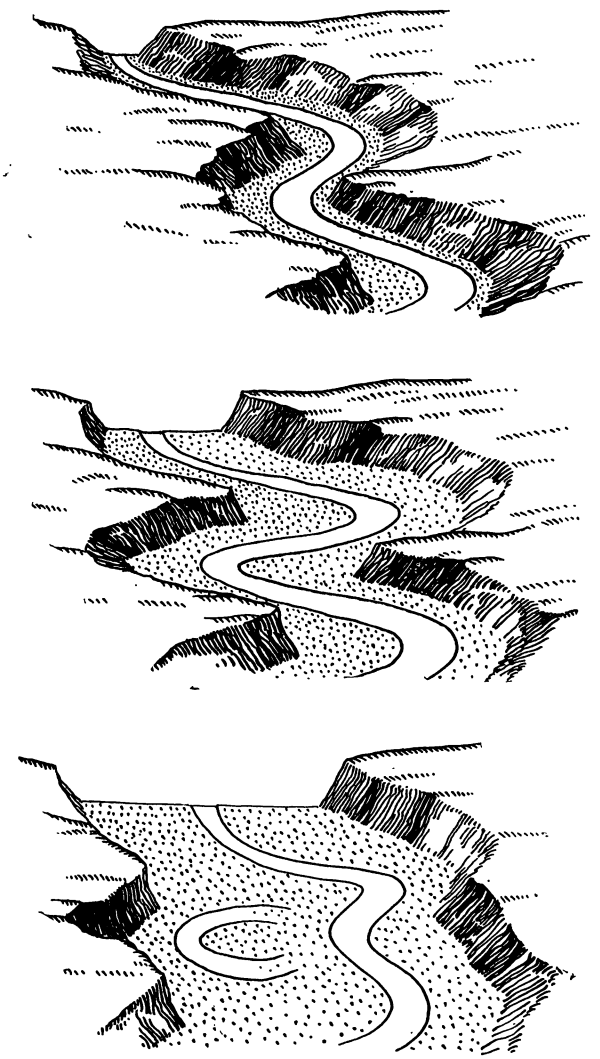
Реки выносят каждый год в океаны и моря 12 $км^3$ твердых минеральных веществ и сотни миллионов тонн растворенных в воде соединений кальция, кремния, солей фосфора, азота и других веществ. Это очень ценные «подарки» морю.

У реки различают русло коренное, в котором река течет при низком (меженном) уровне воды, и пойму. Поймой называется часть дна речной долины, расположенная по сторонам коренного русла реки. Она заполняется водой при разливе реки.

Речная долина под влиянием боковой эрозии (размыва) постепенно расширяется. Кроме того, русло реки иногда удлиняется в сторону верховья, подобно растущему оврагу. Если наклон местности, по которой течет река, большой, то ее русло все время углубляется. Нижним пределом такого углубления служит уровень озера или моря, в которое впадает река. Когда вы будете стоять на берегу реки, то обратите внимание на террасы, расположенные уступами на склонах речной долины. Это так называемые коренные террасы. Они образовались при постепенном размыве рекой пород, среди которых расположена речная долина. Первой называют ту террасу, которая расположена над поймой, хотя она образовалась последней. Террас у реки может быть несколько.

Часто посреди широкой долины с высокими откосами течет небольшая речка. Можно подумать, что когда-то здесь протекала широкая и глубокая река, потом она высохла и остался от нее небольшой ручеек. В действительности даже небольшая речка, постепенно углубляя и изменяя свое русло, может с течением времени прорыть широкую и глубокую долину. Как это происходит — хорошо видно на рисунке.

Речной поток, размывая более податливые породы и откладывая наносы, изменяет русло реки, что влияет на направление потока. Так поток и русло находятся в постоянном взаимодействии. Река иногда образует крутые повороты и очень часто плавные излучины (меандры), а на дне промывает ямы, над которыми кружат водоворо-



Небольшая речка может прорыть широкую и глубокую долину.

ты, порой опасные для купающихся. Удивительно причудливую гигантскую «излучину», обусловленную рельефом, делает великая африканская река Нигер. Она начинается в 200 *км* от берега Атлантического океана, затем, подчиняясь рельефу местности, течет в глубь страны. Описав гигантскую петлю длиной больше 4 тыс. *км*, Нигер впадает в Атлантический океан.

Встречая мягкий грунт, река подмывает берега. Как правило, у всех рек, текущих в северном полушарии, левые берега отлогие, они образованы наносами, а правые — обрывистые. Причина этого — отклоняющая сила суточного вращения Земли. Под ее влиянием всякое свободно движущееся тело (будь то воздух, вода или снаряд) отклоняется от направления своего движения в северном полушарии вправо, а в южном — влево. У рек, текущих в южном полушарии, крутыми и подмытыми обычно оказываются левые берега.

У вогнутого, подмытого и приглубого берега течение реки всегда быстрее, чем у выпуклого и отмелого. У дна реки благодаря трению о грунт течение замедленное. Самое быстрое течение у поверхности воды на середине реки в наиболее глубокой ее части. Если лед или ветер препятствует течению воды, наибольшие скорости движения частиц ее обнаруживаются на некотором расстоянии от поверхности воды.

В местах, где русло реки перегораживают выходы скалистых пород, вода кипит и бурлит, как в котле. Такие места называют п о р о г а м и. Они очень красивы, но мешают судоходству. Если русло реки внезапно и резко понижается, образуется водопад. Чаще всего водопады встречаются в горных районах или на границе гористой и равнинной местностей. В числе наиболее известных водопадов можно назвать Анхель в Южной Америке (высота 1054 *м*), Бьельвефосс в Норвегии (высота 866 *м*), Каламбо в Африке (высота 216 *м*), Илья Муромец на о-ве Итуруп в СССР (высота 141 *м*) и др.

Количество воды, протекающей в одну секунду через поперечное сечение реки, называется р а с х о д о м р е к и. Его можно подсчитать, умножив площадь поперечного сечения реки на среднюю скорость течения. Расход реки измеряют кубическими метрами в секунду, а сток — кубическими километрами за сезон или за год.

Иногда во время паводка река настолько засоряет наносами старое русло, что ей приходится прокладывать новое. У нас к числу таких «блуждающих» рек относится Аму-Дарья, впадающая в Аральское море. Среднеазиатские народы прозвали ее за это «бешеной рекой». Внезапно изменив русло, Аму-Дарья однажды угрожала смыть целый город Турткуль. В 1960 г. она вдруг повернула под прямым углом и стала пробиваться к одному из самых крупных оросительных каналов. Ее остановили, но через год она возобновила атаку.

Еще недавно борьба с такими коварными реками была для человека непосильной задачей. В течение долгих столетий неисчислимые беды населению приносила китайская река Хуанхэ, или Желтая река, прозванная так за обилие взвешенных частиц, которые придают ее воде желтый цвет. Твердый сток этой реки составляет 900 млн. $м^3$ в год. В середине прошлого столетия Хуанхэ изменила направление своего течения и стала впадать в море на 450 *км* севернее прежнего устья. Обломочные отложения реки (галька, песок, глина) называют а л л ю в и е м.

На севере Индии есть мало известная река, которую по числу притоков, берущих начало у подножия высочайших гималайских вершин, местное население зовет «Семь Кози». За двести лет она переместила свое русло к западу на 120 *км*. Несмотря на постройку дамб и плотин, ежегодные разливы и перемены русла этой реки приносят населению огромный убыток.

В США Рэд Ривер (Красная река) некогда впадала в Мексиканский залив. Изменив однажды после паводка направление течения, она стала притоком Миссисипи и лишила воды огромную область.

Скорость течения реки зависит от уклона. Наименьший уклон в низовьях реки у впадения ее в море. Когда течение ослабевает, вода сбрасывает груз наносов, ставший для нее непосильным. Больше всего наносов откладывается рекой у впадения ее в море. Намывая илистые или песчаные острова, река здесь делится на многочисленные рукава и образует так называемую д е л ь т у. Дельта Волги, например, занимает площадь 10 тыс. $км^2$.

Если река впадает в море, где у берегов сильные приливные течения, то они относят наносы от берега и образуется устье воронкообразной формы — э с т у а р и й.

Наносы откладываются рекой везде, где замедляется течение. Оседая на дно, они образуют мели, косы, мелководные перекаты. Местами наносы из года в год повышают русло реки. Во время паводка это грозит большими наводнениями. В таких местах реки ограждают высокими дамбами, которые время от времени приходится наращивать. В результате и дно и уровень реки непрерывно повышаются, как это произошло местами с рекой Миссисипи.

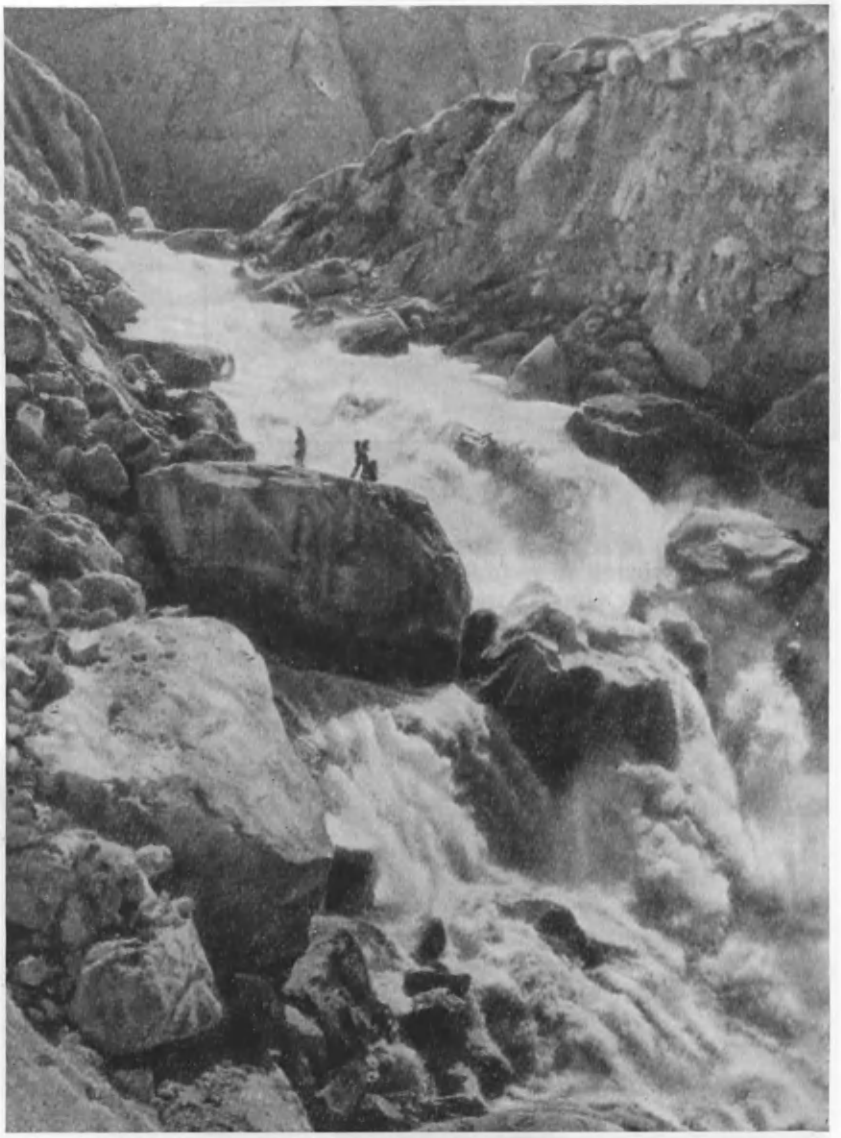
Например, г. Новый Орлеан в США оказался в котловине, над которой возвышается русло Миссисипи. Жители города смотрят на проходящие по реке пароходы снизу вверх. У домов в городе нет подвалов, так как их затопила бы грунтовая вода.

Аму-Дарья в 1 $м^3$ воды несет в среднем 2300 *Г* твердого материала, Волга — 100 *Г*, Нева — только 10 *Г*. И все же примерно через 2 тыс. лет о-в Котлин, на котором расположен Кронштадт, соединится с материком.

К числу многих удивительных свойств, которыми обладает вода, относится ее расширение при переходе из жидкого состояния в твердое — в лед. Кроме воды, затвердевая, расширяются только серебро и висмут. Лед легче воды потому, что у соединений молекул льда структура более рыхлая, чем у соединений молекул воды. Будь лед тяжелее воды, он не плавал бы на ее поверхности, а тонул, и тогда реки и озера промерзали бы до дна, а животные в них гибли.

В некоторых, особенно холодных районах Земли, например на севере Сибири, небольшие реки промерзают до дна. Но это не значит, что они совершенно замирают до весны: речная вода медленно сочится под слоем льда в порах донных отложений.

В быстро текущих реках вода иногда переохлаждается на несколько сотых долей градуса ниже нуля, и тогда в ней образуется внутриводный лед. Он осаждается на дно в местах, где слабее течение, создает на реке заторы, закупоривает фильтры в трубах водозаборных сооружений и уменьшает напор воды у гидроэлектростанций.

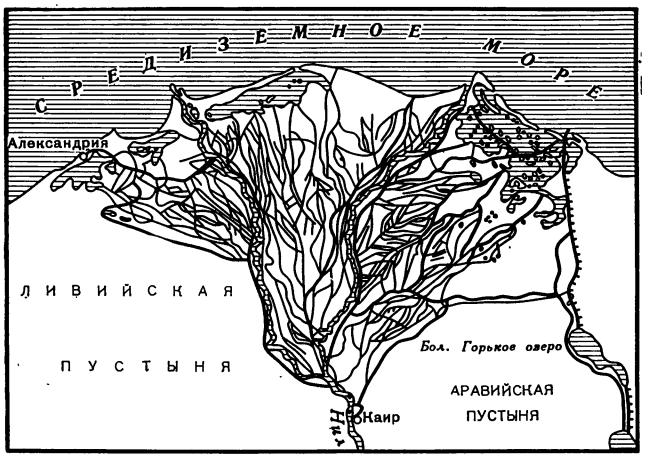


Река Ягноб (Тянь-Шань).

Великое множество рек на Земле. Достаточно сказать, что только в Советском Союзе насчитывается более 150 тыс. рек, имеющих названия и нанесенных на географические карты.

Берега рек издавна служили колыбелью культуры многих народов. В удалении от рек могли жить, да и то не круглый год, одни только кочевники, занимавшиеся охотой и скотоводством. И в наше время главная масса населения земного шара сосредоточена по берегам рек. Например, в устье Нила живет 5 млн. человек, в нижнем течении Ганга — 25 млн., а в бассейне Рейна — около 40 млн. человек.

Реки всегда были самым удобным и дешевым путем для перевозки товаров. В 1913 г. длина природных водных путей в России составляла 65 тыс. *км*. Советские водники из года в год взрывают на реках пороги, расчищают, углуб-



Дельта реки Нила.

ляют и расширяют русла с помощью землечерпательных машин и мощных землесосов. В результате этой большой и трудоемкой работы протяженность наших водных путей к концу семилетки, к 1965 г., достигнет 152 тыс. *км*.

Пользуясь реками как водными путями, человек уже давно убедился, что они далеко не всегда текут в желаемом направлении, и стал исправлять речную сеть, проводя каналы.

Еще недавно реки вращали колеса водяных мельниц, а в наше время приводят в движение мощные турбогенераторы и служат важнейшим источником электроэнергии. Во Франции, например, гидроэлектростанции дают половину всей потребляемой в стране электроэнергии; в Канаде гидростанции производят 90%, а в Норвегии — 99% вырабатываемой электроэнергии.

В дореволюционной России энергия рек почти не использовалась. В 1913 г. по отношению к общему количеству вырабатываемой электроэнергии доля гидростанций составляла всего 2%. В 1965 г. на их долю придется 20% всей выработки электроэнергии в стране (100 млрд. *квт-ч*).

У рек на пути в океаны случаются продолжительные «остановки». Эти остановки — озера. На земном шаре озера занимают 2% поверхности суши. В СССР насчитывается более 250 тыс. больших и малых озер. К числу наиболее богатых озерами районов относятся Карельская АССР, Новгородская, Калининская области и некоторые области Сибири. В соседней с Карелией Финляндии озера занимают 15% территории страны.

Наводнение на реке Миссисипи.

Большие озера смягчают климат окружающей их суши. Зима около них становится более теплой, лето не таким жарким. Так, на берегах оз. Байкал средняя температура января редко опускается ниже —9°, тогда как в Верхоленске, расположенном всего в 75 *км* от озера, средняя январская температура воздуха —25°.

Озера регулируют сток вытекающих из них рек, делая его более равномерным на протяжении всего года.

Чаши озер, заполненные водой, могут быть различного происхождения. Ладожское и Онежское озера, например, образовались в котловинах, возникших в результате медленного и плавного опускания земной коры. Байкал, Телецкое озеро на Алтае и высокогорное незамерзающее озеро Иссык-Куль, расположенное на высоте 1609 *м* над уровнем моря, образовались вследствие сбросов и смещений земной коры. Озера Кроноцкое

и Курильское на Камчатке — заполненные водой кратеры потухших вулканов. Озеро Ильмень, валдайские и карельские озера занимают углубления и борозды, выпаханные древними ледниками. На Памире в 1911 г. при сильном обвале, запрудившем бурную горную реку Бартанг, образовалось «обвальное» Сарезское озеро. В местах, где верхние слои земной коры сложены известняком, гипсом и другими породами, которые легко растворяются и размываются водой, появляются так называемые карстовые или провальные озера. Такие озера встречаются в Якутии, Башкирии и других районах страны. В поймах рек также нередко образуются озера; они заполняются водой во время паводка. На берегах морей встречаются морские соленые озера.

Разлив Нила.

Реки выносят в озера большое количество твердого материала и растворенных в воде минеральных веществ. Наносы отлагаются на дне. С течением времени озеро мелеет и зарастает водной растительностью. В зависимости от размера и глубины озеро раньше или позже отмирает и превращается в торфяное болото.

В бессточном озере накапливаются также и растворенные в речной воде вещества. Вода в озере становится соленой. К числу больших соленых озер в СССР относятся Эльтон и Баскунчак, в которых добывается поваренная соль, а также Аральское и Каспийское моря. Большие соленые озера встречаются и в других странах. Наиболее известное из них Мертвое море в Палестине.

Аральское и Каспийское моря некогда соединялись с Черным морем. Но это было в очень отдаленные геологические периоды. Поэтому животный мир Каспийского моря заметно отличается от животного мира других морей. Вероятно, Каспийское море соединялось также и с Северным Ледовитым океаном, так как в нем до сих пор водятся тюлени, сохранившие привычки своих северных родичей; они производят на свет потомство на льду в северной мелководной части моря, замерзающей в зимнее время.

Уровень Каспийского моря на 28 *м* ниже уровня океана. Наибольшая глубина моря в южной части, она достигает 980 *м*. Каспийская впадина возникла в результате разлома и опускания земной коры. Соленость каспийской воды около 14 *г* солей на 1 *кг* воды. Впадающие в Каспий реки — Волга, Урал, Кура, Терек и др. — уже в начале нашего столетия приносили почти столько же воды, сколько испарялось с его поверхности. Уровень Каспийского моря существенно не менялся. Но за последние 30 лет он понизился. Причины этого явления окончательно еще не установлены. Большинство ученых предполагают, что они кроются в изменении климатических условий (в уменьшении речного стока и в увеличении испарения). Понижение уровня моря причинило большие затруднения водному транспорту и нанесло ущерб рыбному промыслу: обмелели подходы к портам и канал, ведущий с моря в Волгу, прибрежные районы, в которых рыба откладывала икру. Размножение рыбы сократилось. Управление Каспийским пароходством вынуждено тратить большие средства на землечерпательные работы, а рыбная промышленность восстанавливает рыбные запасы моря путем искусственного разведения рыбы в специальных питомниках.

Чтобы прекратить падение уровня Каспийского моря, в верховьях рр. Печоры и Северной Двины будет создано большое водохранилище. Накопленная в нем паводочная вода северных рек потечет через Каму и Волгу в Каспийское море. Через 20—30 лет после осуществления этого проекта уровень моря должен восстановиться.

Аральское море питают две реки: Аму-Дарья

и Сыр-Дарья. Сейчас соленость аральской воды около 12 *г* солей на 1 *кг* воды. Бессточные озера в жарких засушливых странах всегда соленые. Удивительным исключением является среднеазиатское пресноводное озеро Балхаш. Как могло случиться, что бессточное некогда соленое озеро в пустыне стало пресным? Эту загадку разгадал академик Л. С. Берг. Во время сильных штормов соленая вода затопляла прибрежные пески и образовывала мелководные лагуны и озерки. Вода в них испарялась, оставляя на берегу слои соли, которые вскоре заносились песком пустыни. Когда ветер опять нагонял сюда воду, поверх песка откладывался новый слой соли. Так постепенно озеро теряло растворенную в нем соль. Когда в некоторые периоды речной сток в озеро внезапно увеличивался, концентрация солей в нем еще более уменьшалась. Так опреснялось это необыкновенное озеро.

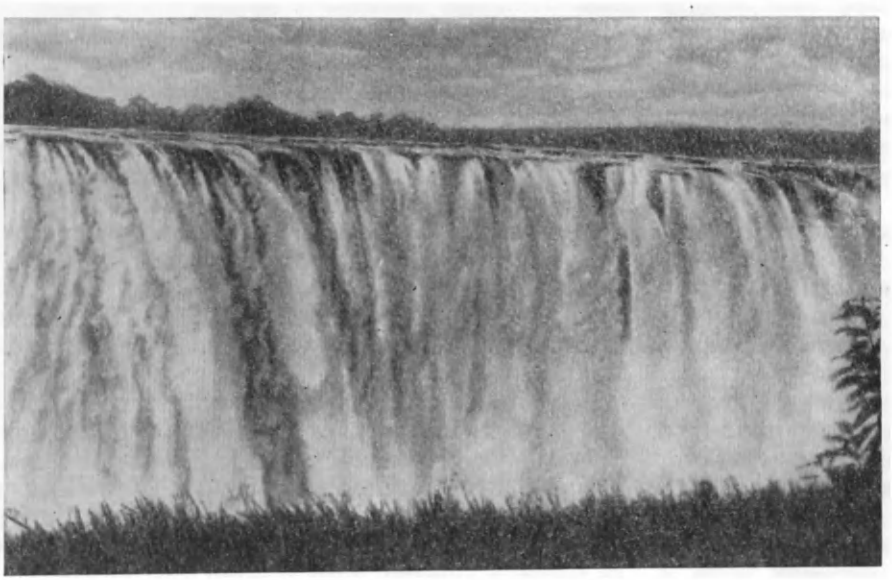
Соленость Мертвого моря 260‰, в 7,5 раза больше океанской. Подсчитано, что рекам, впадающим в Мертвое море, потребовалось 30 тыс. лет, чтобы создать такую соленость. Вследствие высокой солености вода Мертвого моря обладает большой плотностью, и в нем трудно утонуть. По преданию, римский император Тит, разгневавшись однажды на своих рабов, велел сковать их цепью и бросить в воду, но рабы не утонули.

Из воды Мертвого моря добывается большое количество брома, калия, кальция и магния.

Такой же крепкий раствор солей и в заливе Каспийского моря Кара-Богаз-Гол, хотя состав их несколько иной. Зимой, когда температура воды в заливе понижается до 8°, из нее осаждается глауберова соль, которая используется в промышленности. В ближайшие годы из воды Кара-Богаз-Гола будет организована добыча и других солей. Было время, когда думали, что в этом заливе находится бездонная пропасть, в которую уходит притекающая вода. В действительности в заливе, окруженном со всех сторон пустыней, под действием сухих горячих ветров вода испаряется быстрее, чем в соседнем с ним море. Поэтому уровень в заливе ниже и вода непрерывной струей течет из моря в залив. Сейчас уровень воды в Кара-Богаз-Голе еще более понизился, а в соединяющем его с морем проливе образовался настоящий водопад. Пожалуй, это единственный в мире «морской водопад».

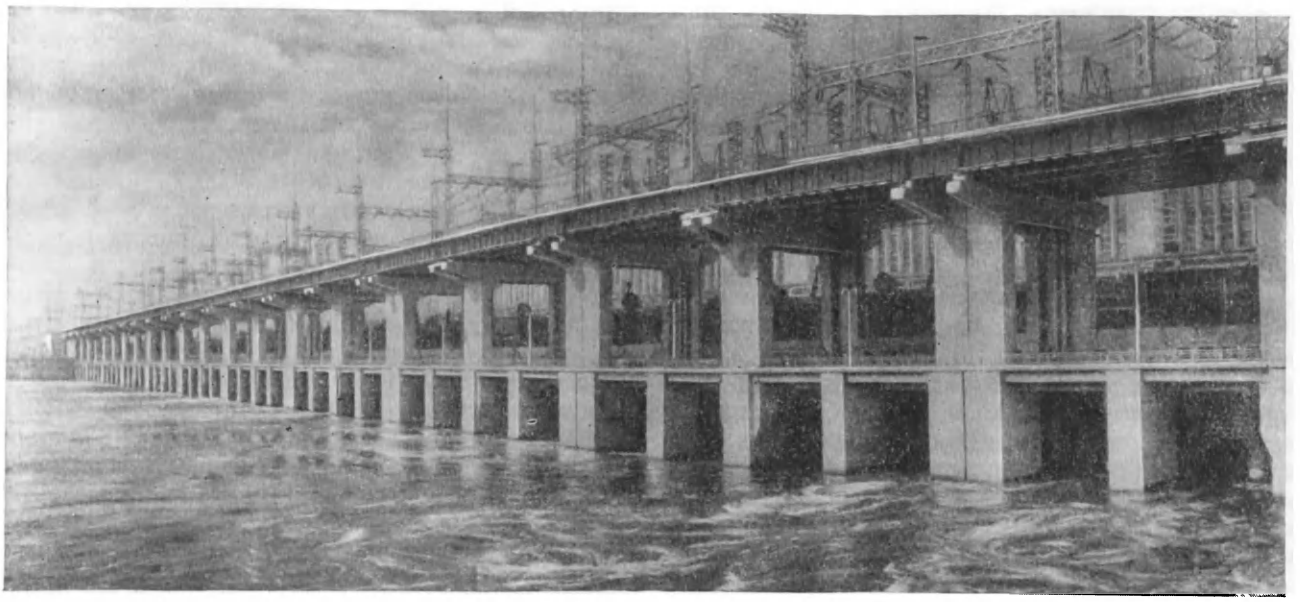
Среди озер можно назвать несколько подлинных диковинок природы. Так, например, озеро Пауэлл Лейк в Северной Америке, в Британской Колумбии, некоторые озера в Норвегии представляют собой древние морские заливы, отрезанные от моря поднятием суши. Верхние слои воды в них совершенно пресные, а под ними лишь слегка опресненные древние морские воды.

Удивительны «блуждающие» озера в пустынях Центральной Азии. Образование и исчезновение их зависят от каприза рек, меняющих свое русло. К числу таких озер принадлежит, например, оз. Лобнор, описанное в конце XIX в. Н. М. Пржевальским (см. стр. 335). Тогда озеро находилось не там, где сейчас, и было пресным. К нашему времени, по описанию советского географа Э. М. Мурзаева, оз. Лобнор стало соленым. Недавно в Антарктиде обнаружены три удивительных озера. Одно совсем не замерзающее, а два с температурой глубинной воды: в одном +8°, в другом +22°, хотя оба круглый год покрыты льдом. Воду в этих озерах подогревает тепло, выделяющееся из недр земли. Глубинная теплая соленая вода в них вследствие большой плотности не поднимается наверх и не перемешивается с верхней холодной водой.



Водопад Виктория на реке Замбези (Африка).

Пресноводные озера в районах умеренного и по-



Волгоградская ГЭС.

лярного климата под покровом льда в зимнее время тоже сохраняют относительно теплую воду. Это происходит потому, что при температуре +4° пресная вода приобретает наибольшую плотность. При дальнейшем охлаждении вода становится менее плотной и потому более легкой. Как только осенью вся толща воды в озере охладится до +4°, верхний ее слой, продолжающий охлаждаться, становится легче, чем находящаяся под ним вода. Слой более холодной и менее плотной воды теперь как бы плавает поверх более теплой, но более тяжелой глубинной воды. С этого момента перемешивание воды в озере прекращается и верхний холодный слой воды, а потом и лед предохраняют озеро от остывания, как парниковое стекло — грядку.

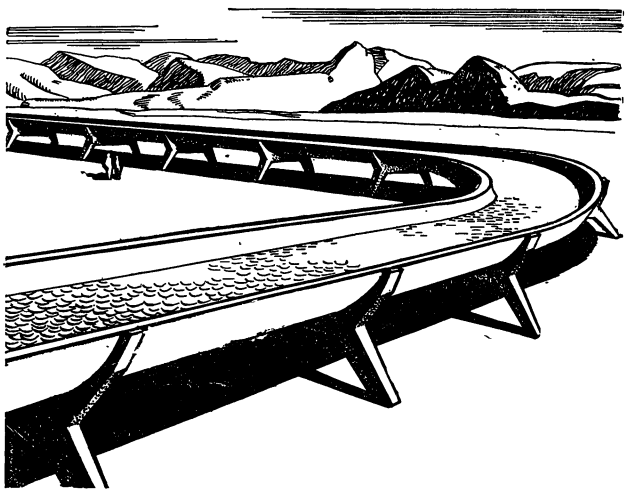
Зимняя температура глубинной воды в озерах держится обычно в пределах от 1 до 4° тепла. Если же ее температура понижается до нуля, озеро промерзает до дна, но это бывает только с очень мелкими озерами и лишь на самом дальнем севере.

Иногда в теплую зиму посредине озера долго остается полынья. Причина этого — ветер. Он сгоняет с поверхности полыньи холодную воду под лед, а на ее место сейчас же поднимается теплая глубинная вода, которая и не дает полынье затянуться льдом до тех пор, пока дует сильный ветер и пока в глубинах озера достаточно теплой воды.

Реки и озера — это постоянные источники чистой пресной воды, а потребность человека в чистой воде растет с каждым годом (см. стр. 187). Нужно постоянно заботиться о сохранении рек и озер.

Мы уже говорили, что самое надежное питание реки получают от грунтовых вод. Запасы грунтовых вод пополняются главным образом в лесных местностях. Там, где вырублены леса, реки мелеют и умирают, поэтому для сохранения рек и озер прежде всего надо беречь леса. После вырубки их надо восстанавливать.

Реки и озера располагаются на поверхности суши неравномерно, что создает трудности для



Лотковый канал в Голодной степи. Такой канал устраняет просачивание воды в грунт.

народного хозяйства. Например, тяжелая промышленность, расходующая много воды, развивается в горнорудных районах, а между тем эти районы часто лежат на водоразделах, где реки только начинаются и потому маловодны. Примером таких районов может служить Урал.

Реки ежегодно выносят в океаны и моря 37 тыс. *км* ^{3} воды. Из этого количества в Атлантический и Северный Ледовитый океаны стекает 58% и только 40% — в Тихий и Индийский океаны. Остальные 2% речного стока испаряются в бессточных областях — в пустынях Средней Азии, Африки и Австралии. Здесь реки впадают в бессточные озера, такие, как Каспийское и Аральское моря, Мертвое море в Палестине, оз. Эйр в Австралии и др. Самые многоводные реки текут в Америке, они выносят в океан 37% мирового речного стока; сток африканских рек составляет 27%, азиатских — 22%, европейских — всего 6%.

Все реки СССР можно разделить на три основных потока. На север в моря Атлантического и Северного Ледовитого океанов направляется 65% речного стока. Вода здесь на значительном протяжении течет по таежным дебрям, по тундре и пересекает холодные, мало плодородные и без того достаточно увлажненные земли. В этих краях живет всего 20% населения страны. На восток, в Тихий океан, попадает 22% стока, а на юг, где много солнца и плодородная почва, — всего 13%. Как видите, распределение действительно неудобное для людей. Но не будем сетовать на природу. Она сделала свое дело, создала реки и озера, теперь дело за человеком. Он должен направить реки туда, где больше всего нужна вода. Для этого роют каналы, предназначенные как для орошения, так и для водного транспорта.

С 1917 по 1955 г. длина искусственных каналов в СССР удвоилась. В 1965 г. она будет равна 15 100 *км*, т. е. возрастет по сравнению с 1913 г. в пять раз. Предстоит грандиозная переделка природной речной сети. Уже построен судоходный канал, связавший Балтийское море с Белым. Углублена система каналов, соединяющая через Волгу Балтийское море с Каспийским. Раньше по этим каналам могли проходить суда грузоподъемностью до 700 *Т*, а теперь свободно пойдут суда грузоподъемностью более 5000 *Т*. Перевозки по этому водному пути увеличатся в 2—3 раза.

Волго-Донской канал открыл сквозной путь между морями Балтийским, Каспийским и Азовским. Но плавание из Балтийского моря в Черное по этому пути занимает много времени. Еще дольше плавание из Балтики в Черное море вокруг Европы, поэтому сейчас строится прямая водная магистраль, которая свяжет Черное море с Балтийским по рекам Днепру, Припяти и Неману.

Не меньшее значение для нашей страны имеют оросительные каналы. С их помощью вода многих рек принесла жизнь в среднеазиатские пустыни и другие засушливые области Советского Союза. Длина оросительных каналов увеличивается с каждым годом. Воды Днепра оросят засушливые крымские степи. Северная Двина и Печора пошлют часть своей воды в засушливые районы Поволжья, а избыток воды сибирской реки Оби с течением времени устремится на юг нашей страны — в среднеазиатские пустыни.

Волей человека многие реки потекут вспять и отдадут свою воду тем районам страны, где она больше всего нужна.

От недостатка воды страдают многие пустыни и засушливые территории в Африке, Азии, Америке и Австралии. Между тем во власти человека дать им воду. Но для этого нужны большие средства и дружные усилия всех народов. Если бы, например, все средства, которые расходуются на вооружение, истратить на создание каналов и водохранилищ, на Земле не осталось бы безводных пустынь и ни одна страна, ни один человек на Земле не страдали бы от голода и жажды.

■

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

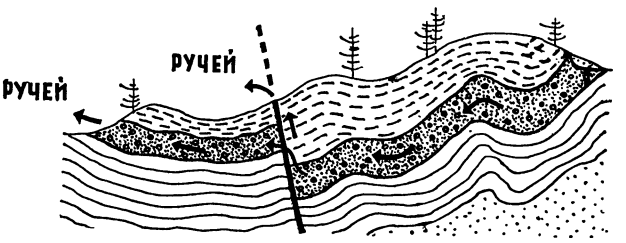
Представьте себе, что земная кора вдруг стала прозрачной, тогда вы увидели бы, что она вся пропитана водой до самых больших глубин. Откуда же берется подземная вода? Одни ученые считали, что подземные воды питаются атмосферными осадками, т. е. за счет дождя и снега. Другие утверждали, что бóльшая часть атмосферных осадков, не успев глубоко просочиться в почву, стекает в ручьи и реки. По их мнению, подземные воды образуются в порах грунта подобно росе при конденсации (превращении в воду) водяных паров, содержащихся в воздухе.

Против этого решительно возражали сторонники первой теории. Для того чтобы оставить в грунте такое большое количество влаги, говорили они, надо профильтровать через него так много воздуха, что в порах грунта должен дуть настоящий сквозняк. Между тем движение воздуха в грунте совсем невелико.

Большинство сторонников обеих теорий примирил русский ученый А. Ф. Лебедев. Он убедительно показал, что перемещение водяных паров в порах грунта может происходить без одновременного движения воздуха. Водяные пары перемещаются из пространства, в котором упругость (давление) их больше, в пространство, где упругость их меньше. Разница в упругости водяных паров и заставляет их перемещаться. Если при этом водяные пары охлаждаются, то частично они превращаются в воду. А. Ф. Лебедев считал, что питание подземных вод происходит как путем просачивания выпавших атмосферных осадков, так и за счет конденсации водяных паров в порах грунта.

У поверхности земли располагаются почвенные воды, их часто называют верховодкой. Воды эти неустойчивы, они обильно смачивают почву в дождливое время и почти исчезают в периоды засушья. Если дождей выпадает много, вода из верхних слоев почвы просачивается вниз до встречи с первым водоупорным слоем. Такой слой может быть образован, например, глиной. После этого вода начинает сочиться над ним вдоль по его наклону. Это слой грунтовой воды. Очень часто слой грунтовых вод опускается вглубь и оказывается зажатым между двумя водоупорными слоями, которые ограничивают его снизу и сверху, образуя как бы дно и кровлю. Такой водоносный слой называют пластовым или межпластовым. Грунтовые и почвенные воды питают своей влагой растения, размывают, растворяют и переносят, откладывают и переоткладывают вещества, из которых состоит земная кора.

У воды немало удивительных свойств. В некоторых случаях она не повинуется силе тяжести. Убедиться в этом нетрудно. Обмакните лист промокательной бумаги в чернильную кляксу, и чернила поползут по бумаге вверх. Опустите тонкую стеклянную трубку одним концом в воду; вода поднимется и заполнит часть трубки. В обоих случаях проявляется свойство воды, которое называется капиллярностью. Капиллярность заставляет воду подниматься вверх вопреки силе тяжести. Вода, смачивая стенки стеклянной трубки, словно прилипает к ним и ползет по ним вверх до известного предела, пока



В водоносном слое, который залегает над водоупорным слоем, скапливается вода. Из него вытекают ручьи.

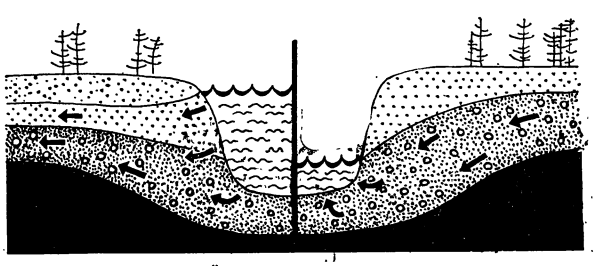
вес столбика воды и сила этого притяжения не уравновесятся. Чем тоньше трубка, тем выше поднимается вода.

Бесчисленные поры, словно мельчайшие трубки, беспорядочно пронизывают грунт во всех направлениях. В крупнозернистых горных породах — в гравии, песке — поры крупные, в глине — мелкие. Вода в порах карабкается вверх, как опытный скалолаз. Высота подъема ее зависит от диаметра пор и, следовательно, от размера зерен грунта; чем меньше те и другие, тем выше может подняться вода.

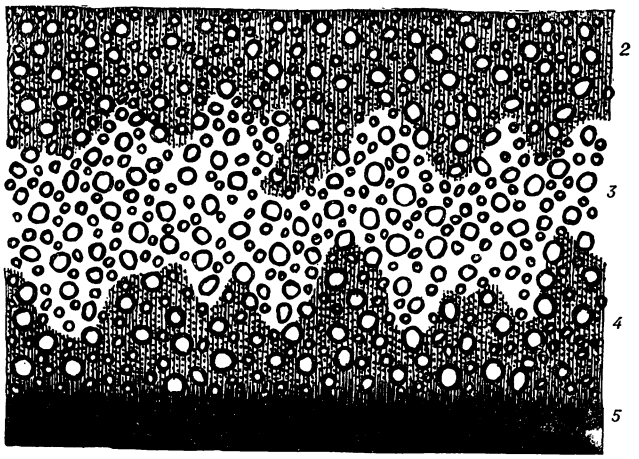
Грунтовые воды имеют дно, но не имеют «кровли». У них свободная поверхность, как у реки. Но только в отличие от реки эта поверхность неровная. Она причудливо изрезана благодаря капиллярной воде, которая поднимается выше или ниже в зависимости от размера пор. Ровную поверхность грунтовых вод можно наблюдать только в колодце.

Там, где выпадает много атмосферных осадков, а испарение невелико, влага просачивается глубоко и питает грунтовые воды. Вода разлившихся весной ручьев и рек тоже проникает в почву, увеличивает запасы грунтовых вод и повышает их уровень. С наступлением лета уровень воды в реках понижается. Уровень грунтовых вод оказывается выше уровня почвенных вод. Поэтому в засушливое время года грунтовые воды, просачиваясь в русла рек, возвращают им свой «долг» и предохраняют от обмеления.

В засушливых районах просочившаяся в



Водообмен между рекой и грунтовыми водами при высоком уровне воды в реке (слева) и при низком уровне (справа).



Подвешенная и грунтовая вода: *1* — поверхность почвы; *2* — подвешенная вода; *3* — мертвый горизонт; *4* — капиллярная вода; *5* — водоносный слой грунтовой воды.

почву вода не достигает грунтовых вод и как бы повисает над ними. Поэтому ее называют подвешенной. В таком подвешенном состоянии воду удерживают различные силы, но главным образом — замечательное свойство капиллярности. Сила тяжести влечет воду вниз, а капиллярность ее удерживает. Когда обе силы уравновешиваются, просачивание воды в почву прекращается. В засушливых степных районах СССР подвешенная вода полностью расходуется ко времени созревания посевов.

Между подвешенной водой и поверхностью грунтовых вод образуется так называемый «мертвый горизонт». Было бы, однако, ошибкой думать, что в мертвом горизонте или в совершенно сухой на вид почве совсем нет воды. Прежде всего все пустоты в почве и грунте заполняет водяной пар, который передвигается в них, как газ. Кроме того, каждую частицу минерального грунта обволакивает тончайший слой гигроскопической воды, которая поглощается породой из воздуха, содержащего водяные пары. Эта вода удерживается на поверхности частиц с силой в несколько тысяч атмосфер; она не подчиняется силе тяжести и может покинуть частицу только в парообразном состоянии. Гигроскопическая вода недоступна корням растений и замерзает при низкой температуре. Поверх этой воды частицу грунта обволакивает более толстый слой пленочной воды. Она тоже не подчиняется силе тяжести и перемещается только от частицы с более толстой пленкой к частице с менее толстой пленкой. Пленочная вода замерзает при температуре ниже 0° и тоже удерживается породой с очень большой силой, однако меньшей, чем гигроскопическая вода.

Плотные почвы накапливают мало влаги и с трудом отдают ее корням растений. Глубокая вспашка увеличивает способность почвы накапливать и отдавать влагу растениям. Корни деревьев, глубоко проникающие в грунт, разрушают мертвый горизонт и соединяют грунтовые воды с подвешенной водой. Вода в водоносных слоях течет из высоких мест в низкие.

Когда водоносный слой зажат между двумя водоупорными пластами, тогда в пониженной его части создается напор, который стремится выжать через скважину и даже выбросить воду фонтаном до уровня, на котором находится более высокая часть этого слоя. Величина напора зависит от разницы уровней и от пористости грунта. Если напор слабый или его совсем нет, глубинную воду приходится выкачивать насосом. Подземные межпластовые воды, находящиеся под напором, называются артезианскими. Это название произошло от слова «Артезия» — древнего наименования одной из французских провинций, где в XIII в. был вырыт самый глубокий по тому времени в Европе колодец. Артезианская вода, профильтрованная в порах грунта, отличается большой чистотой. В Москве и других городах артезианской водой пользуется в первую очередь пищевая промышленность; в засушливых областях СССР эта вода идет для орошения и других нужд.

Подземные воды растворяют вещества, из которых состоит земная кора. Крупнейший геохимик академик В. И. Вернадский предложил подразделить воды суши по содержанию в них минеральных веществ на 1 *кГ* воды: до 1 *Г* — пресная вода, от 1 до 10 *Г* — солоноватая, от 10 до 50 *Г* — соленая, свыше 50 *Г* — рассол[1]. Чем дольше вода находится под землей и чем глубже расположен пласт подземной воды, тем больше содержится в ней солей.

На каждые 100 *м* глубины температура земной коры повышается в среднем на 3°. Поэтому глубинные воды всегда теплые и даже горячие.

Под Волго-Уральской низменностью на глубине 2—3 *км* недавно обнаружены обширные водоносные пласты. Вода в них соленая, а температура достигает 60—90°. Мощный водоносный слой найден и в Западной Сибири. На юге его граница идет по линии, соединяющей Кустанай, Семипалатинск, Бийск, Красноярск. На

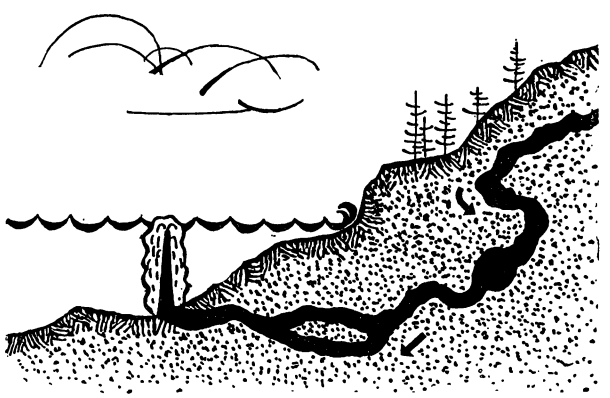
[1] Океанологи границей между солоноватой и соленой водой считают 24,7 *Г* солей на килограмм воды, так как при такой солености меняются некоторые физические свойства воды.

востоке его удалось проследить до Енисея, а на западе — до Уральских гор. На юге водоносный слой залегает на глубине нескольких десятков метров, температура воды здесь от 5 до 10° выше нуля. Чем дальше на север, тем глубже водоносный слой уходит в землю и тем выше его температура.

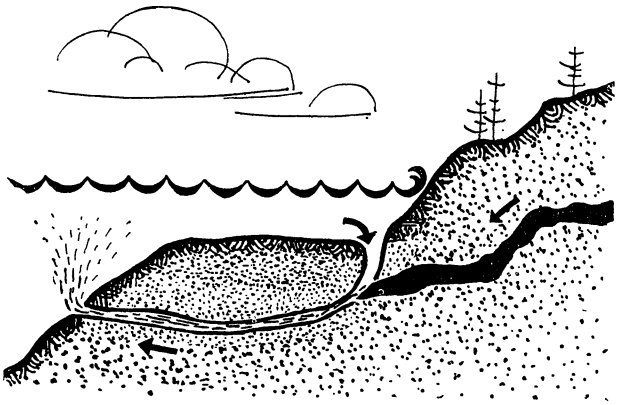
В Новой Зеландии и в итальянской провинции Тоскане водяными парами, образовавшимися под землей, приводят в движение турбины электростанций. У нас на Камчатке, в долине р. Паужетки, строится электростанция, которая будет работать на пароводяной смеси с температурой 195°. Камчатские колхозы отапливают подземными горячими водами парники. Горячая вода из буровых скважин в Махачкале используется для бытовых нужд.

Минерализованные подземные воды нередко сами выходят на поверхность земли в виде источников через глубокие трещины в грунте. Многие из них обладают целебными свойствами и используются для лечения больных. В таких случаях они называются м и н е р а л ь н ы м и. В вулканических районах подземные воды нередко выбрасывают на поверхность фонтаны пара и горячей воды. Они действуют не все время, а периодически. Такие фонтаны называются гейзерами (см. стр. 123).

В пустынях Средней Азии почти везде на глубине от 10 до 200 *м* и более залегают солоноватые водоносные слои. Вода в них поступает с отдаленных гор. Совершая свой путь под землей, она осолоняется. Но над ней во многих местах можно встретить пласт, содержащий совершенно пресную воду. Откуда взялась эта пресная вода и почему она не смешивается с соленой? Пресная вода менее плотная и, следовательно, более легкая, чем соленая, поэтому она словно плавает



Фонтан пресной воды на дне моря у карстового берега.



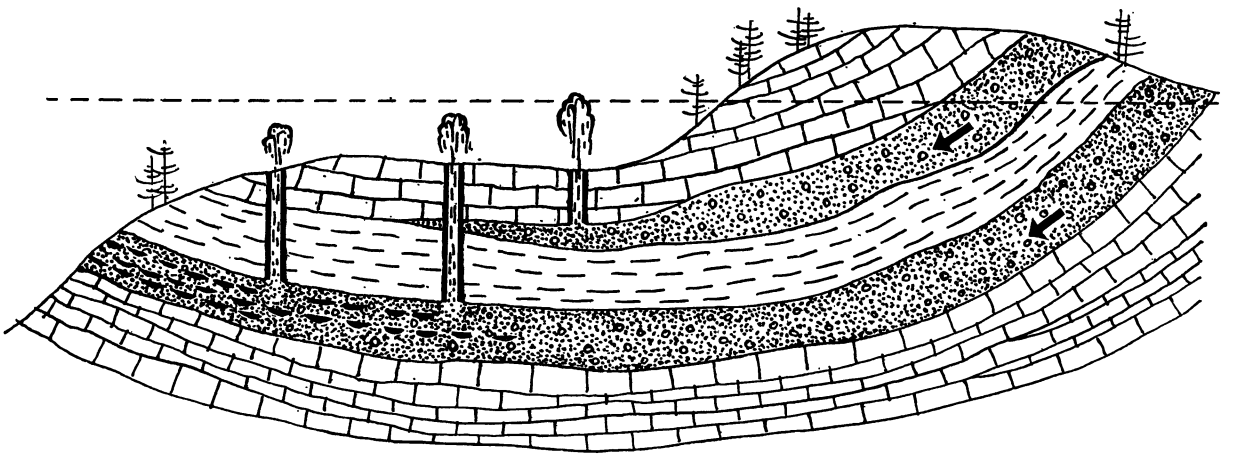
Сифон, образовавшийся при впадении подземного ручья в море у карстового берега и подводный фонтан опресненной воды.

на поверхности соленой. А источником ее служат местные дождевые и талые снеговые воды.

В среднеазиатских пустынях пески перемежаются с обширными участками водонепроницаемой глины. Эти глинистые участки называют т а к ы р а м и. Редкие дождевые воды стекают по такырам в сторону уклона и на границе такыра просачиваются в песок, где и накапливаются на некоторой глубине поверх слоя соленой воды. Запасы такой пресной воды, накопившейся за сотни, а может быть, даже и за тысячи лет, в некоторых районах среднеазиатских пустынь исчисляются сотнями миллионов и даже миллиардами кубических метров!

Подземные воды часто для красного словца называют «подземными морями». Но это неверно. Точнее, это гигантские подземные губки, пропитанные пресной, солоноватой или соленой водой. Стекая в подземные котловины, вода может образовать крупное озеро-губку, но в большинстве случаев подземные воды находятся в постоянном движении. Скорость рек на поверхности земли 50—100 *км* в сутки, а подземная вода течет со скоростью нескольких километров, иногда нескольких метров в год.

Повсюду, где бывают морозы, почва промерзает вместе с содержащейся в ней водой и снова оттаивает весной. Но в северных районах СССР и Америки за время короткого лета оттаивает только верхний тонкий слой почвы. Замерзшая в грунте вода хранится без движения, вероятно, со времени последнего оледенения. В вечной мерзлоте нередко находят хорошо сохранившиеся трупы мамонтов и других древних животных. Толщина слоя вечной мерзлоты достигает местами сотен метров. Нижнюю границу мерзлоты устанавливает тепло, которое вы-



Фонтаны артезианской воды.

деляется из недр Земли. Слой вечной мерзлоты водонепроницаем. Весенние талые воды и летние дожди увлажняют только оттаявший верхний слой почвы. Они проникают глубоко вниз только в тех случаях, если в мерзлоте встречаются трещины.

В вечной мерзлоте на некоторой глубине от поверхности земли встречаются участки сплошного льда — линзы. Это могут быть погребенные остатки древнего ледника или замерзшего озера. Есть линзы и другого происхождения. В подземных водах, текущих ниже слоя вечной мерзлоты, порой образуется повышенное давление. Если в вечной мерзлоте окажется трещина, вода устремится по ней вверх, как в скважине артезианского колодца. Но воде не всегда удается пробиться на поверхность земли. В таких случаях вода приподнимает и раздвигает верхние слои грунта. Заполнив образовавшийся мешок, вода замерзает и образует такую линзу льда.

В вечной мерзлоте нельзя закладывать фундаменты зданий. Под постройкой почва отогревается, вспучивается или опускается и перекашивает постройку. Поэтому в районах вечной мерзлоты дома строят на сваях, чтобы под ними круглый год свободно гулял ветер. И постройки стоят непоколебимо, как на скале.

Из всех природных жидкостей (нефть, ртуть и др.) вода обладает самой большой способностью растворять различные вещества. Вода находит себе дорогу в трещинах самых твердых пород — в базальте и граните, а в известняке и отложениях гипса она сама себе прокладывает дороги. Эти породы особенно легко растворяются в воде. Районы известняка и гипса, изрытые ямами, прорезанные пещерами и извилистыми подземными ходами, называются к а р с т о в ы м и. Карстовые области встречаются во многих частях суши. Этот геологический термин произошел от названия местности на берегу Адриатического моря (Карст). Во времена древней Римской империи на склонах известняковых гор и холмов росли густые леса. Римляне их вырубили, а дожди смыли плодородную лесную почву и обнажили известняк и гипс, в котором вода промыла сложные и причудливые лабиринты пещер. С тех пор здесь во мраке таинственных гротов струятся подземные ручьи и реки, шумят водопады, не тронутой ветром гладью разливаются озера.

Карстовые явления встречаются у нас в Крыму, на Урале, в Горьковской области, в бассейне р. Онеги, в Сибири и в других местах.

В числе подземных «архитектурных чудес» созданных водой, всемирно известны пещеры — Мамонтова в Северной Америке, Кунгурская на Урале и Адельсбергская в Западной Европе. Обследованная часть запутанных лабиринтов Мамонтовой пещеры протянулась на 240 *км*. В пещере оказалось три подземные реки и три больших озера. Пещеру населяют слепые сверчки и пауки, а в озерах живут слепые рачки и рыбы. В Кунгурской пещере находятся 36 небольших озер, очень красивые ледяные гроты, украшенные сталактитами (известковые сосульки, свисающие с потолка) и сталагмитами (натеки, образовавшиеся на дне пещеры). Адельсбергская пещера славится кружевными известковыми «занавесями» и цветными сталагмитами — белыми, желтыми, серыми и коричневатыми.

В земной коре воды в 14 раз меньше, чем в в океане, но значение подземных вод в жизни человека велико. Вода, промачивающая почву (верховодка), грунтовая и подвешенная имеют большое значение для сельского хозяйства. Чем больше воды, доступной корням растений, тем богаче урожай. Поэтому в засушливых областях нашей Родины принимаются меры для увеличения запасов грунтовых вод. Зимой создают препятствия для сдувания снега с полей, весной различными средствами задерживают поверхностный сток талых снеговых вод. Чем меньше стечет воды по поверхности, тем больше запасет ее почва. Задержанию воды способствует глубокая вспашка, окружение земельных участков валами, устройство террас на склонах холмов и многое другое.

Грунтовые и артезианские воды используют для бытовых нужд, а в засушливых областях и для орошения. В недалеком будущем подземные горячие воды будут отапливать города и приводить в движение турбины электростанций во многих районах нашей страны.

Однако не надо забывать, что грунтовые и глубинные воды накапливаются десятилетиями и даже веками, поэтому неразумный расход может привести к их истощению. Подземные воды— не менее ценное ископаемое, чем железная или медная руда, а в засушливых областях они дороже золота.

КРУГОВОРОТ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ

О жизни капли воды со времени ее образования на Земле и до наших дней можно написать самую удивительную и увлекательную повесть. Вместе с миллионами других капель эта капля точила и растворяла горы, в виде кристаллов льда она тысячи лет хранилась в высокогорных ледниках, совершила не одно кругосветное путешествие вместе с морскими течениями, затопляла села и города во время наводнений, плавала в облаках над океанами и морями, разбивала корабли о прибрежные скалы, насыщала влагой травы, кусты и деревья; каплей росы она сверкала в душистых лепестках розы, взращивала посевы, излечивала больного человека и несла жизнь в пустыне утомленному путнику.

Какими путями движется вода на Земле?

Первоисточник воды, главное водохранилище нашей планеты — Мировой океан. Его можно сравнить с гигантским паровым котлом, который нагревается солнцем. Каждый час с квадратного километра водной поверхности этого котла в атмосферу поступает в среднем около тысячи тонн пара, а в тропиках под палящими лучами полуденного солнца испаряется в 2—3 раза больше. Здесь, над безбрежными просторами океана, собирается в воздухе огромное количество водяных паров, образуются мощные облака. Здесь зарождаются грозные тропические ураганы и начинаются могучие воздушные течения. Они, как конвейер, переносят влагу по всему земному шару.

Какая энергия поддерживает этот непрерывно действующий конвейер? Конечно, солнце. Но ведь известно, что солнечные лучи пронизывают земную атмосферу, почти не нагревая ее. Атмосфера получает тепло от поверхности Земли, нагретой солнечными лучами. А над поверхностью океана главная роль в нагревании воздуха принадлежит водяным парам. Как это происходит?

Чтобы вскипятить чайник с водой, требуется, допустим, 10 минут, а чтобы выпарить из него всю воду, придется ждать целый час. Объясняется это тем, что для превращения воды в пар нужно в 5,5 раза больше тепла, чем для ее нагревания до кипения. Тепло, затраченное на испарение, водяные пары хранят в себе до тех пор, пока снова не превратятся в воду. Когда невидимые для глаза водяные пары превращаются в капельки воды, образующие облако, они выделяют тепло и согревают окружающий воздух. Это тепло и служит источником энергии для многих воздушных течений.

Мощная «тепловая машина» атмосферы, приводимая в движение энергией Солнца, ежегодно поднимает с поверхности земного шара в виде водяных паров 511 тыс. *км* ^{3} воды, а из них 411 тыс. *км* ^{3}—с поверхности океана. Две трети этого количества вскоре возвращается обратно в океан в виде атмосферных осадков, выпадающих из облаков. Это м а л ы й к р у г о в о р о т воды на Земле.

Более одной трети водяных паров с поверхности океана переносится ветрами на материки и присоединяется к водяным парам, поднимающимся с суши. Кажется, не так уж много влаги

дает океан. Однако без этого пополнения убыли воды, которая стекает с суши в океан, материки давно бы превратились в пустыни.

На суше ежегодно в виде осадков выпадает примерно 100 тыс. $км^3$ воды. Здесь путь воды длиннее, разнообразнее и сложнее. Часть воды после дождя сразу испаряется и возвращается в атмосферу, особенно если это происходит летом или в засушливых южных странах. Выпадает, например, в пустыне ночной дождь. Дневное жаркое солнце накалит и высушит песок, а с наступлением ночной прохлады часть воды, испарившейся днем, опять вернется на землю в виде росы.

Вот первые капли дождя упали на сухую землю. Вода просачивается сквозь поры в почву сначала быстро, потом медленно. Сила тяжести влечет ее все ниже и ниже, пока на пути не встретится водоупорный пласт. Скопившаяся над ним вода начинает медленно течь в порах грунта вдоль по его наклону. Она может снова выйти на поверхность земли в ближайшем овраге в виде ручья, может слиться с другими подземными водоносными слоями в невидимую многоводную «реку» и даже образовать в углублении водоупорного пласта подземное озеро-губку.

Когда почва, вдоволь насыщенная влагой, отказывается принимать дождевую воду, вода стекает по ее поверхности. Она собирается в наземные ручейки и реки и в конечном итоге опять-таки попадает в океан. Между подземными водоносными слоями и реками происходит непрерывный водообмен. Во время половодья реки выходят из берегов, насыщают водой почву и грунт. Летом подземные воды возвращают свой «долг» обмелевшим рекам. Такой водообмен замедляет возврат воды в океан.

Часть увлажнившей почву воды всасывают корни растений. Насыщенная питательными солями, вода поднимается вверх по стволам и стеблям и возвращается в атмосферу через листья в виде водяных паров. Растения используют около половины атмосферных осадков. Что же делают растения с таким громадным количеством воды? Они извлекают из воды питательные соли и оставляют для себя лишь ничтожную ее часть. Главную массу воды растение перекачивает обратно в атмосферу. Этот процесс называется т р а н с п и р а ц и е й. Растение — это непрерывно действующий мощный насос. Пшеница за период роста откачивает из почвы в атмосферу с одного гектара 2000 $т$ воды, кукуруза — 3200 $т$, капуста — 8000 $т$. Один подсолнечник испаряет за лето 200 $л$ воды, а одна взрослая береза столько же воды испаряет за один летний день. Ива в жаркий день способна перекачать в воздух в 100 раз больше почвенной воды, чем береза. Эвкалипты потребляют так много воды, что с их помощью в теплых странах осушают болота.

Вода из облаков может выпасть на землю в виде снега. Тогда на своем пути в океан она задержится до весны Талые снеговые воды весной стекут в реки или просочатся в почву, питая грунтовые воды. А если снег выпадет на вершины высоких гор в Антарктиде или в Гренландии, он может пролежать многие десятки, сотни и даже тысячи лет. Постепенно уплотняясь, снег превращается в лед медленно сползающих с гор ледников. У подножия высокогорных ледников начинаются реки. В полярных странах от лед-

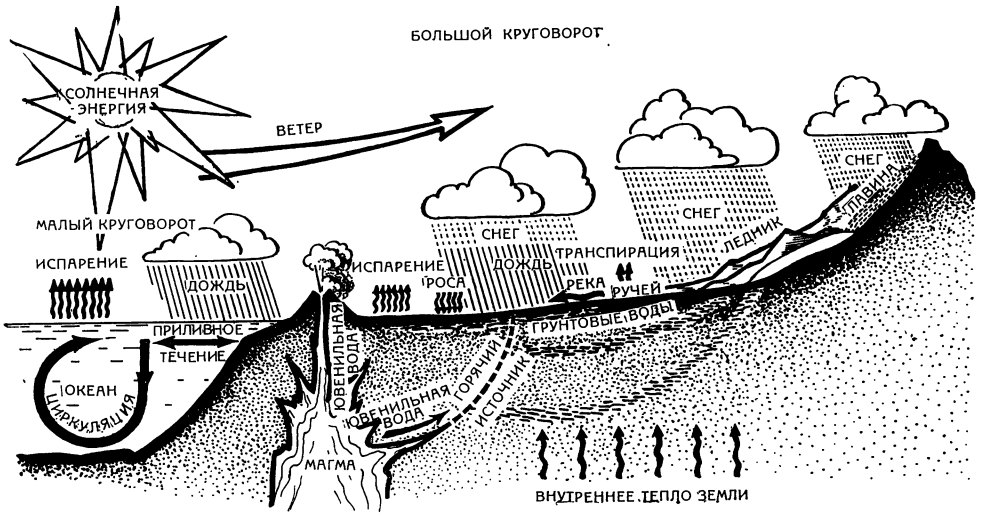


Схема круговорота воды в природе.

ников, спускающихся в море, откалываются айсберги. И здесь долгий путь воды завершается в океане. Это б о л ь ш о й к р у г о в о р о т в о д ы на Земле.

У воды на Земле много дорог, и нельзя заранее сказать, какая судьба и какой путь — длинный или короткий, прямой или извилистый — предстоит капле воды, покинувшей океан, прежде чем она вернется на свою родину.

В океане вода тоже находится в непрерывном движении. Постоянно дующие ветры (пассаты) создают мощные пассатные (экваториальные) течения. Они увлекают огромные массы теплой воды с востока на запад. Там, где течениям преграждают путь материки или архипелаги островов, водный поток разветвляется, часть воды идет на север и часть на юг. Эти течения несут тепло, а навстречу им движутся в сторону экватора воды холодных течений. Между поверхностными и глубинными слоями океана тоже происходит медленный, но непрерывный водообмен.

Сколько же всего воды на нашей планете? В океанах и морях содержится 1370 млн. *км* ^{3} воды. Чтобы представить себе, как велико это количество, достаточно сказать, что оно в 10 раз больше объема суши, возвышающейся над уровнем моря. Высокогорные ледники и полярные льды Арктики и Антарктики связали более 30 млн. *км* ^{3} воды. Если бы этот лед растопить, уровень океана поднялся и вода затопила бы около одной восьмой части суши, многие приморские города оказались бы под водой. В озерах и реках находится 4 млн., а в атмосфере в виде водяных паров до 12 тыс. *км* ^{3} воды. В толще земной коры заключено около 100 млн. *км* ^{3} воды.

Интересно знать, остается ли количество воды на планете постоянным? Нам известен только один источник прихода воды на нашей планете. Это вода, которая выделяется при извержении вулканов. Ее называют ю в е н и л ь н о й. Поступление ювенильной воды не превышает 0,25 *км* ^{3} в год. В верхних слоях атмосферы под действием космических лучей происходит разложение водяных паров на водород и кислород. Водород при этом теряется в межпланетном пространстве. Это единственный известный нам расход воды на Земле. Как и приход, он тоже невелик. По мнению большинства ученых, общее количество воды на Земле остается практически неизменным.

За последнее время в естественный круговорот воды на Земле вторгся человек. Население земного шара за одни сутки расходует около 7 млрд. *Т* воды. К счастью, это расход условный. Вода, использованная человеком, в конце концов возвращается в атмосферу, в почву, в реки или прямо в океан. Количество воды на Земле от этого не убывает. Но это верно только для всей планеты в целом. Вырубка лесов и неразумное использование воды могут лишить влаги обширные районы. Поэтому, несмотря на обилие воды на Земле, воду надо беречь.

Полная смена воды в атмосфере происходит очень быстро, приблизительно через каждые 9 дней, речная вода меняется в среднем 20 раз в году, а для полной смены подземных вод требуется по меньшей мере 8 тыс. лет.

Земля представляет собой шар, окутанный водяными парами и хотя неравномерно, но щедро смоченный и пропитанный водой. Энергия Солнца поднимает воду в виде водяных паров вверх, сила тяжести увлекает ее вниз. Благодаря этим двум силам вода на Земле находится в непрерывном движении. Остановить движение воды — это значит превратить Землю в безжизненное космическое тело.

ВОДУ НАДО БЕРЕЧЬ!

Зачем беречь воду? Отвернул кран водопровода — вот тебе и вода, а нет водопровода— сходил лишний раз к реке или колодцу. Недаром же говорят: «Воды на всех хватит». Однако эта поговорка устарела даже для многоводных районов Земли.

Много ли воды нужно человеку? Да, примерно 3 *л* в день. Но это не все. Взгляните на водопроводный счетчик, по которому домоуправление рассчитывается за воду. В городах он отсчитывает до 200 *л* воды на каждого жильца в сутки. Эта вода идет для хозяйственных нужд: приготовления пищи, стирки белья, для ванны, душа и т. д. Но и этим не кончается потребность человека в воде. Для домашнего скота, орошения полей и огородов, для получения электроэнергии, для изготовления тысячи предметов, без которых человек не может обойтись, тоже нужна вода.

Для получения 1 *Т* синтетического волокна требуется 6 *Т* воды; на выплавку 1 *Т* стали надо

израсходовать 25 *Т* воды, на 1 *Т* никеля — 500 *Т*, а на изготовление 1 *Т* искусственного каучука — 2100 *Т* воды. Сжигая на электростанции тонну угля, мы одновременно выбрасываем в воздух до 1000 *Т* отработанного пара. Для того чтобы вырастить тонну зерна исключительно на искусственном орошении, надо затратить 4 тыс. *Т* воды. За год на всем земном шаре добывается 7 млрд. *Т* полезных ископаемых, а те же 7 млрд. *Т* воды человечество расходует за одни только сутки. Вот как велика потребность человека в воде!

Вода сейчас не только источник жизни и средство для соблюдения чистоты. Она стала самым главным видом промышленного сырья, «материалом», без которого никакое производство не может существовать.

При этом даже там, где воды много, она совсем не такой уже «дешевый материал». Прежде чем поступить по трубам в город или на завод, вода подвергается очистке и дезинфекции. В местах, где воды недостаточно, ее приходится доставлять издалека. Москва-река не могла обеспечить нашу столицу водой. Чтобы население Москвы не страдало от недостатка воды, пришлось прорыть канал, по которому в столицу пришла волжская вода. Сейчас в Москве на бытовые и промышленные нужды расходуется 500 *л* на человека в сутки! Это больше, чем в любом другом из европейских городов. Москва по расходу воды уступает только Нью-Йорку и Сан-Франциско.

В Париже почти каждое лето жители страдают от недостатка воды. В СССР так быстро растет городское население и развивается промышленность, что в некоторых больших городах тоже ощущается временный недостаток воды.

Будем надеяться, что, прочитав эти строки, никто из ребят не станет без надобности открывать водопроводный кран.

Тонна воды — это приблизительно вес одного кубического метра воды. Все население СССР и весь домашний скот в стране выпивают за сутки 11 млн. *Т* или примерно столько же кубических метров воды. Население, промышленность и сельское хозяйство нашей страны потребляют за год более 400 *км*^{3} воды. Водой этой можно заполнить озеро глубиной 100 *м* и площадью 4 тыс. *км*^{2}. А через 20 лет Советскому Союзу потребуется больше чем полтора таких озера.

Потребность в воде велика. А велики ли запасы воды в нашей стране? Годовой сток советских рек — 4 тыс. *км*^{3} воды, т. е. в 10 раз больше, чем годовой ее расход. На первый взгляд воды хватит с избытком. На деле оказывается не совсем так. Три четверти речной воды стекает в море за 3 месяца весеннего половодья. Чтобы круглый год иметь в распоряжении достаточно воды, мы перегораживаем реки плотинами и запасаем воду в водохранилищах. Работа эта трудная и дорогая.

Природа несправедливо распределила пресную воду на поверхности суши. На севере, где мало солнца и почва не особенно плодородная, воды много. На юге — в украинских и приволжских степях, в пустынях Средней Азии много солнца и почва плодородная, а воды мало. Иногда там, где земля богата углем и рудой, где самое подходящее место для развития промышленности, тоже оказывается мало воды. Чтобы напоить иссушенные зноем земли и обеспечить водой промышленность, проводят каналы на десятки и сотни километров. Их сооружение обходится дороже, чем постройка плотин и водохранилищ. Во многих местах подземные воды приходится выкачивать с помощью насосных станций. Словом, вода — дорогой «материал», и, чем больше расстояние, на которое приходится ее доставлять, тем она дороже.

Мы можем прорыть каналы, создать водохранилища и использовать подземные воды. Это обеспечит орошение полей и снабжение водой городов и промышленности. Нам не грозит недостаток пресной воды, но нам угрожает нечто более страшное — недостаток чистой воды.

У воды много удивительных свойств. Одно из них — способность к самоочищению. Вода очень соленого или серного источника стекает в полноводную реку, разбавляется и становится пригодной для питья и орошения. В загрязненной воде развиваются бактерии и среди них, конечно, болезнетворные. Бактерии питаются органическим веществом и с помощью растворенного в воде кислорода разлагают его на минеральные соли. Минеральные соли используются водорослями, а бактерий поедают мелкие животные организмы, которые в свою очередь служат пищей для рыбы. Такой круговорот веществ очищает воду. Но если загрязнение воды велико, кислород в ней истощается и вода уже не справляется с самоочищением.

Загрязнение воды в наши дни стало всемирным бедствием. Американцы говорят, что р. Потомак, на которой стоит столица США Вашингтон, превратилась в помойную яму. На реке запрещено катание на водных лыжах, так как от брызг, попадающих в рот спортсмена, он может заразиться тифом или дизентерией. В американских реках от недостатка кислорода и отравления гибнут миллионы рыб. В Европе загрязняются

знаменитые швейцарские озера и крупнейшие реки — Рейн, Рона, Маас. Не избежали этой печальной участи и некоторые наши реки. От промышленных стоков, насыщенных кислотами, солями и нефтью, чахнет водная растительность, а рыба местами слепнет, болеет пучеглазием, ерошением чешуи; мясо рыбы припахивает керосином. По берегам рек в районах Урала можно увидеть предостерегающие надписи: «Пить воду нельзя» или «Купаться запрещается». Вода даже таких больших рек, как Волга и Днепр, загрязнена вблизи городов.

Количество сточных вод (стекающих по городской канализации, а также с заводов и фабрик) в СССР в недалеком будущем достигнет 100 $км^3$ в год. Чтобы обезвредить сточные воды, их надо разбавлять по меньшей мере в 80 раз. Для такого разбавления не хватит годового стока наших рек. Что делать? Как спасти воду от загрязнения?

Прежде всего надо прекратить спуск в озера и реки неочищенных сточных вод. На многих наших предприятиях уже работают очистительные установки. Особенно трудно очищать стоки нефтеперерабатывающих заводов.

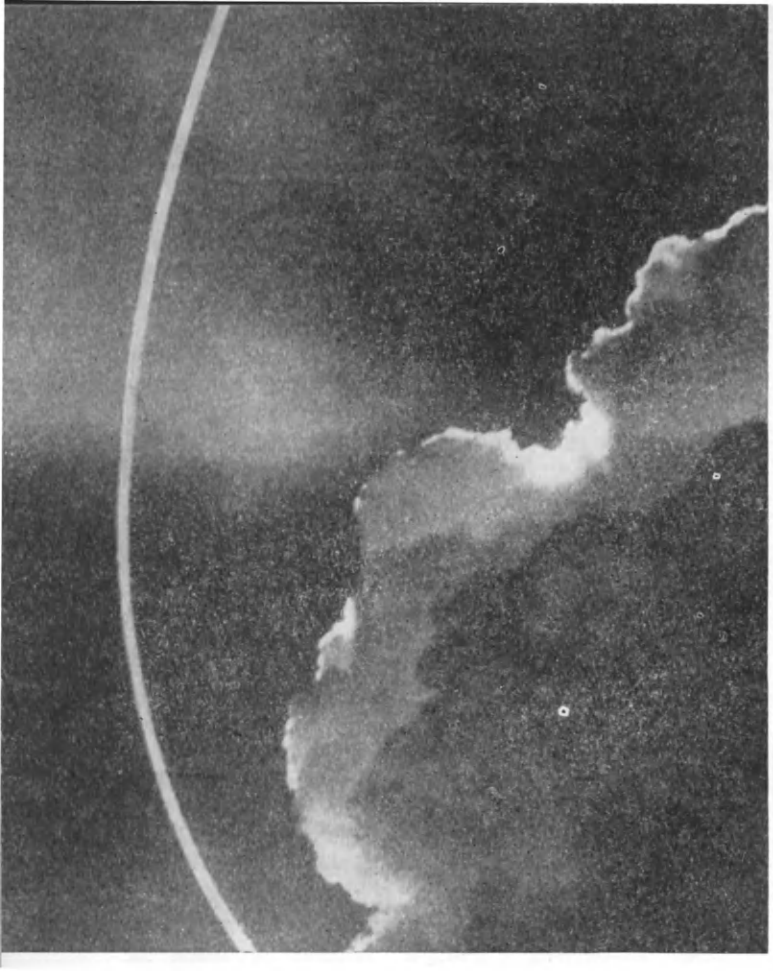
На промышленных предприятиях надо ввести «оборотный» метод использования воды: отработанную воду надо очищать, а затем снова и снова пускать в производство. Таким путем, например, при выплавке чугуна, стали и никеля можно сократить расход воды в 10 раз, при получении синтетического каучука — в 13 раз.

В. И. Ленин призывал охранять природные богатства. Он обратил внимание на то, что воду, которую выкачивают вместе с нефтью, никуда не употребляют. Теперь эту воду нагнетают обратно в нефтяные пласты, откуда она вытесняет оставшуюся нефть. За разработку этого способа добычи нефти присуждена Ленинская премия. Но вот вода, которую выкачивают из шахт и рудников, все еще не используется и загрязняет реки. Эту воду надо очищать для нужд производства, а в засушливых районах — для орошения.

В СССР очищается меньше половины бытовых сточных вод, отводимых по канализации. Часть московских сточных вод после механической очистки удобряет «поля орошения», где выращивают кормовые культуры для скота. Другая часть сточных вод подвергается сложной биохимической очистке. Очищенная вода дезинфицируется хлором и спускается в реку, а частью используется для орошения огородов и полей. Остающийся после очистки воды осадок ила используется колхозами и совхозами для удобрения земли. Таким образом, московские сточные воды возвращаются в столицу в виде молока, масла и мяса.

Если половину городских сточных вод в СССР использовать в сельском хозяйстве, они могут заменить собой 12 млн. T минеральных удобрений. По подсчетам специалистов, это может дать стране кормовых культур, молока и мяса на 6 млрд. руб. в год.

В 1960 г. Советом Министров РСФСР был принят закон об охране природы. Он распространяется на речные, озерные и подземные воды. Чистая вода — народное богатство. Забота об охране воды от загрязнения — долг каждого советского гражданина. Бейте тревогу, если заметите, что кто-нибудь загрязняет воду.



ВОЗДУШНАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

ВОЗДУШНЫЙ ОКЕАН

Когда мы выходим из дома, нас всегда интересует, какая сегодня погода. Если, занятые своими мыслями, мы не замечаем погоды, она настойчиво напоминает о себе. Погода — наш вечный спутник, но какой капризный и непостоянный!

С далеких времен люди пытались объяснить, почему меняется погода, как возникают грозные ураганы, ливни, метели и какие силы их создают? Ответ на эти вопросы дает м е т е о р о л о г и я [1] — наука, изучающая явления в воздушной оболочке земного шара (атмосфере).

[1] Метеорология — от греческих слов «метеор» — парящий в воздухе и «логос» — слово, учение.

ТЯЖЕСТЬ ВОЗДУШНОГО ОКЕАНА

Мы живем на дне воздушного океана. Окружающий нас воздух так прозрачен и легок, что до XVII в. в науке господствовало убеждение в его невесомости.

В 1640 г. в Италии герцог Тосканский решил устроить фонтан на террасе своего дворца. Для

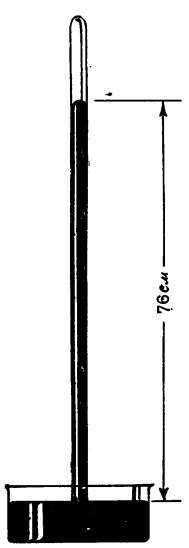
подачи воды из озера был построен насос большой длины, каких до этого еще не строили. Но оказалось, что насос не работает — вода в нем поднималась только до 10,3 *м* над уровнем водоема.

Никто не мог объяснить, в чем тут дело, пока ученик Галилея — Э. Торичелли не высказал мысль, что вода в насосе поднимается под действием тяжести атмосферы, которая давит на поверхность озера. Столб воды высотой в 10,3 *м* в точности уравновешивает это давление, и поэтому выше вода не поднимается. Торичелли взял стеклянную трубку с одним запаянным концом и другим открытым и заполнил ее ртутью. Потом он зажал отверстие пальцем и, перевернув трубку, опустил ее открытым концом в сосуд, наполненный ртутью. Ртуть не вылилась из трубки, а только немного опустилась.

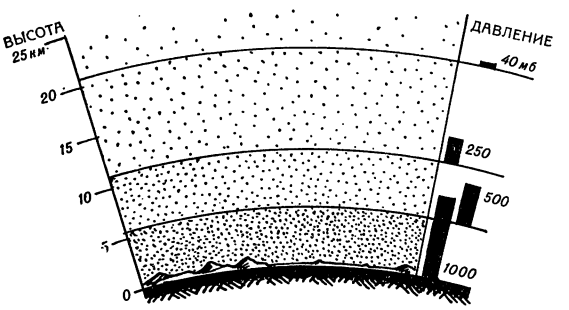
Столб ртути в трубке установился на высоте 760 *мм* над поверхностью ртути в сосуде. Вес столба ртути сечением в 1 $см^2$ равен 1,033 *кГ*, т. е. в точности равен весу столба воды такого же сечения высотой 10,3 *м*. Именно с такой силой атмосфера давит на каждый квадратный сантиметр любой поверхности, в том числе и на поверхность нашего тела.

Ладонь руки взрослого человека испытывает давление атмосферы примерно в 150 *кГ*, т. е. равное весу двух мужчин.

Так Торичелли создал барометр — первый в мире прибор, измеряющий атмосферное давление (от греческих слов «барос» — тяжесть, вес, «метрео» — измеряю). Долгое время атмосферное давление измеряли в миллиметрах высоты ртутного столба. Среднее давление на уровне моря равно 760 *мм*. Но такая единица оказалась неудобной для расчетов, и сейчас атмосферное давление выражают в миллибарах. Один миллибар почти точно равен той силе, с которой тело весом в 1 *Г* давит на поверхность в 1 $см^2$, а среднее давление атмосферы равно 1013 *мб*. При помощи барометра было установлено, что атмосферное давление все время меняется и неодинаково в разных местах. Было обнаружено, что атмосферное давление понижается с подъемом в горы, так как уменьшается толщина слоя атмосферы над барометром.



Первый барометр Торичелли.



Распределение массы атмосферы по слоям.

Барометр, поднятый на одинаковую высоту с различных уровней, показывает неодинаковое изменение давления. Ведь самые нижние слои воздуха находятся под давлением всей толщи атмосферы, они особенно сильно сжаты и наиболее плотны.

Чем выше, тем давление слабее и тем меньше плотность воздуха.

Так, например, на уровне 5,5 *км* давление вдвое меньше, чем на уровне моря, т. е. в слое толщиной 5,5 *км* сосредоточена половина всей массы атмосферы. Но в следующем слое той же толщины, между уровнями 5,5 и 11 *км*, содержится всего лишь одна четверть массы атмосферы, а на высоте 11 *км* давление равно $^1/_4$ приземного. Выше уменьшение давления с подъемом еще более замедляется. Если подняться еще выше, на следующие 11 *км*, до уровня 22 *км*, то и здесь давление не равно нулю, а составляет $^1/_{25}$ от приземного давления. На долю вышележащих слоев остается только $^1/_{25}$, или 4%, общей массы атмосферы.

Еще выше признаки частиц воздуха прослеживаются над земной поверхностью до высот более 1000 *км*.

СЛОИ ВОЗДУШНОГО ОКЕАНА

Долгое время люди могли судить о свойствах воздушного океана только по наблюдениям с земли. По-настоящему проникать в его тайны наука стала, когда изобрели средства для подъема измерительных приборов в верхние слои атмосферы.

Из опыта горных восхождений и первых подъемов воздушных шаров стало известно, что температура воздуха понижается с высотой. Именно поэтому даже в разгар лета в жарких тропических странах вершины высоких гор оде-

ты сверкающими вечными снегами. Было установлено, что температура воздуха понижается на каждый километр подъема в среднем на 5—6°. В отдельных слоях атмосферы и в отдельные дни это понижение температуры может быть больше или меньше. Иногда даже встречаются слои, в которых температура повышается с высотой: такое явление назвали инверсией или поворотом хода температуры. Заметили также, что очень редко температура понижается до 10° на 1 *км* подъема и никогда не превышает этой величины.

Но вот исследователи стали проникать все выше, запуская воздушные шары — зонды, к которым прикреплялись самопишущие приборы. На некоторой высоте шары лопались, и приборы с записями опускались на парашютах. Шары-зонды стали проникать на высоты более 10—11 *км*, и тут обнаружилось, что выше этого уровня температура с высотой перестает падать. Вначале не поверили приборам: решили, что они нагреваются солнцем. Однако потом пришлось признать, что выше 10—11 *км* действительно начинается совершенно иной слой атмосферы, в котором с высотой температура не понижается, а остается постоянной.

Этот слой ученые назвали стратосферой, в отличие от нижнего слоя — тропосферы.

До высоты 11 *км*, т. е. в тропосфере, содержится $^3/_4$ всей массы атмосферы. Здесь образуются также почти все облака, отсюда выпадают дожди и снег.

Явления, которые мы называем погодой, развиваются именно в тропосфере.

Со временем совершенствовались старые и появлялись новые приборы для изучения атмосферы. Вместо шаров-зондов стали применять радиозонды — поднимающиеся на шарах автоматические радиостанции, которые передают показания измерительных приборов на землю. Выяснилось, что толщина тропосферы все время изменяется и неодинакова в разных местах земного шара. Чем меньше приходит тепла от солнца, чем холоднее тропосфера, тем она тоньше. В наших умеренных широтах толщина тропосферы колеблется от 8 до 13 *км*, иногда уменьшаясь до 6 *км* или увеличиваясь до 15 *км*.

Над Южным и Северным полюсами толщина в среднем равна 8 *км*, а над экватором достигает 17 *км*.

Чем толще тропосфера, тем холоднее стратосфера: ведь в тропосфере температура с высотой понижается. Поэтому средняя температура в стратосфере над Арктикой равна —45°, над нашими широтами—55°, над экватором —80°. Таким образом, оказывается, что над более теплой толстой тропосферой лежит более холодная стратосфера, и, наоборот, над холодной тонкой тропосферой — теплая стратосфера.

Вначале, после открытия стратосферы, предполагали, что она простирается до верхней границы атмосферы и постепенно переходит в космическое безвоздушное пространство. Затем появилось новое средство метеорологических наблюдений — ракета, которая стала достигать высот в сотни километров.

Очень интересные данные удалось получить с помощью искусственных спутников. Все эти наблюдения показали, что в стратосфере температура с высотой остается постоянной только до 40 *км*. Здесь стратосфера кончается. Выше до уровня 80 *км* простирается мезосфера, где температура падает, и на верхней границе мезосферы понижается до — 90°. Выше 80 *км* располагается ионосфера.

Температура ионосферы возрастает с высотой и достигает на некоторых уровнях очень больших величин, порядка сотен градусов. Но это не значит, что попавший туда человек заживо зажарится: плотность воздуха там так мала, что невозможно ощутить разницу с безвоздушным космическим пространством, имеющим температуру абсолютного нуля (—273°). Температуру мы ощущаем по той интенсивности, с какой молекулы вещества бомбардируют поверхность нашего тела. Скорость движения молекул и представляет физическую сущность температуры вещества; вот эта скорость и возрастает в ионосфере до весьма больших пределов, которые могли бы соответствовать очень высокой температуре воздуха в обычном понимании этого слова.

Выше 800 *км* над Землей кончается ионосфера и начинается зона рассеяния. Отсюда частицы воздуха ускользают в мировое пространство, покидая навсегда нашу планету. В этой зоне воздух настолько разрежен, что его частица может пролететь сотни километров, не столкнувшись с другой.

Чтобы представить себе это, достаточно сказать, что на высоте 100 *км* от одного столкновения до другого частица воздуха может пролететь расстояние в 1—2 *см*, тогда как у поверхности Земли — не более одной стотысячной доли сантиметра!

По некоторым признакам частицы газов, составляющих воздух, встречаются до высот 1500—2000 *км*.

Этот уровень можно считать верхней границей атмосферы.

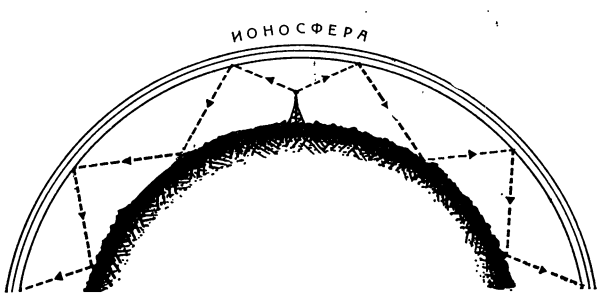
ЧЕМ ОБЪЯСНЯЕТСЯ РАССЛОЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Почему же атмосфера делится на такие слои? Объясняется это рядом причин. Во-первых, плотность воздуха уменьшается с высотой. Во-вторых, солнечные лучи, несущие тепло, почти беспрепятственно проникают через атмосферу, нагревают земную поверхность и уже от нее тепло распространяется вверх на всю атмосферу. В-третьих, атмосфера все же поглощает часть солнечного излучения, особенно поток летящих от Солнца частиц, и поэтому верхние части атмосферы находятся под воздействием этого излучения, а нижние — защищены от них. И наконец, тепло в атмосфере распространяется двумя различными способами: перемешиванием воздуха и тепловым излучением его частиц. Причем в плотном воздухе преобладает первый способ, а в разреженном — второй.

Тропосфера непосредственно соприкасается с нагревателем — земной поверхностью. Плотность воздуха в ней наибольшая, и тепло распространяется преимущественно перемешиванием воздуха, опусканием и подъемом его частиц. Когда воздух поднимается, он попадает в слои с меньшим атмосферным давлением и расширяется. Теоретически при расширении воздуха его температура понижается на 10° на 1 *км* подъема. При опускании воздуха его температура, наоборот, повышается на ту же величину: 10° на 1 *км*. Значит, уже за счет таких подъемов и опусканий воздуха в тропосфере температура с высотой должна падать. Но более теплые частицы легче холодных, они чаще поднимаются, а более холодные — чаще опускаются. Поэтому оказывается, что температура в тропосфере падает с высотой не на 10° на каждый километр, а в среднем на 5—6°.

В стратосфере, где плотность воздуха невелика, его потоки не могут переносить много тепла. Здесь тепло переносится излучением — невидимыми тепловыми лучами. Каждое тело излучает тепло, и тем сильнее, чем выше его температура. Мы ощущаем такие лучи, идущие от стенки нагретой печки. Если поставить друг перед другом нагретый и холодный предметы, то нагретый будет охлаждаться, а холодный — нагреваться, пока их температура не сравняется. То же самое происходит в стратосфере, где все слои излучают тепло вниз и вверх и тем самым поддерживают одинаковую температуру.

В ионосферу, где воздух очень разрежен, проникают несущиеся от Солнца с огромной скоростью электрически заряженные частицы, которые бомбардируют и электризуют частицы воздуха. Наэлектризованный слой оказывается способным проводить электричество и сильно влияет на распространение коротких радиоволн — он отражает их вниз к Земле. Отражаясь попеременно то от ионосферы, то от земной поверхности, короткие радиоволны обегают весь земной шар — в этом секрет их поразительно дальнего действия.



Отражение радиоволн от ионосферы.

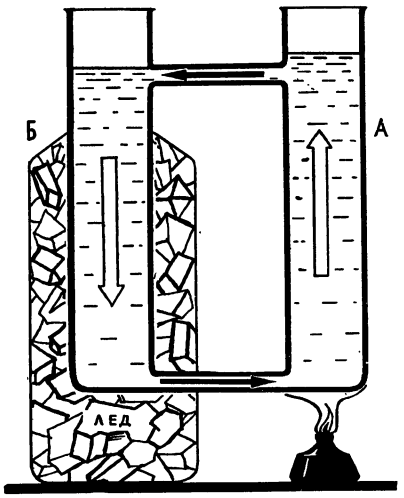
КАК ВОЗНИКАЮТ ВОЗДУШНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Воздушный океан находится в непрерывном движении. Оно порождает на земном шаре все явления погоды. Главная причина движения воздуха — неодинаковое распределение атмосферного давления. Атмосферное давление не остается всегда одним и тем же — оно непрерывно изменяется: то повышается, то понижается, редко, правда, отклоняясь более чем на 50 *мб* от своей средней величины 1013 *мб* (на уровне моря).

Постараемся выяснить, почему меняется давление и почему оно неодинаково над разными частями земного шара. Солнечные лучи неодинаково обогревают земной шар, так как они под разными углами падают на земную поверхность (см. стр. 222). Больше всего тепла получает экватор, меньше всего — полюсы. Поэтому тропический пояс играет роль постоянного нагревателя атмосферы — здесь больше тепла получается от Солнца, чем отдается в мировое пространство. Полюсы — постоянные холодильники, непрерывно отдающие тепло, а получают они его сравнительно мало.

Между нагревателем и холодильником должно обязательно возникнуть движение воздуха. Сделаем такой опыт. В два сосуда (*А* и *Б*),

соединенных внизу и наверху трубками, нальем воду до уровня середины верхней трубки и затем один из сосудов (*А*) начнем нагревать, а другой (*Б*) обложим льдом. Вода в сосуде *А* расширится, и уровень ее станет выше, чем в сосуде *Б*; она потечет по верхней трубке из *А* в *Б*. Но тогда окажется, что общий вес и давление на дно всего столба воды в сосуде *Б* боль-



Циркуляция воды между нагреваемым (*А*) и охлаждаемым (*Б*) сосудами.

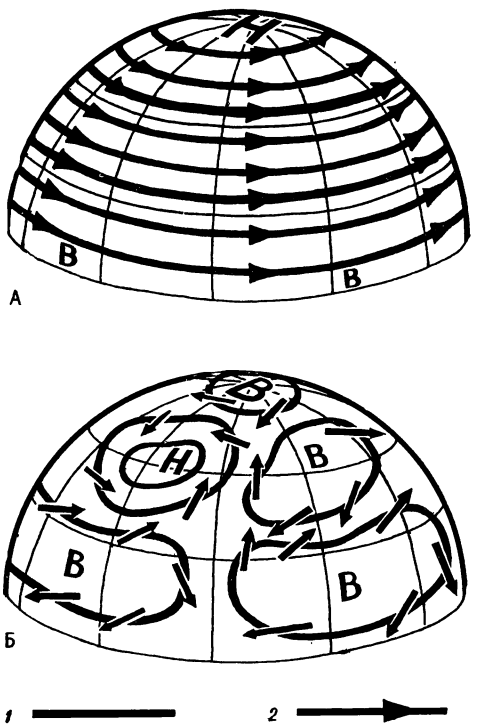
ше, чем в сосуде *А*, и по нижней трубке вода начнет течь из сосуда *Б* в *А*. Так между нагревателем и холодильником установится круговая циркуляция воды.

Этот опыт показывает, что течение направлено от места с более сильным давлением столба воды к месту с менее сильным давлением. Наверху более сильное давление совпадает с теплом, а внизу,—наоборот, с холодом. Посмотрим, что же наблюдается в атмосфере. Если подсчитать за много лет среднее атмосферное давление на уровне, например, 10 *км* в северном полушарии, то самое высокое (для этого уровня) давление окажется на экваторе, самое низкое — на полюсе, а вдоль параллелей давление почти не меняется. Обычно на географическую карту наносят величины давления для данного уровня и по этим величинам проводят линии одинакового давления — и з о б а р ы (от греческих слов «изо» — равный, «барос» — тяжесть, вес). Средние изобары на уровне 10 *км* проходят почти точно вдоль параллелей: вдоль экватора располагается полоса самого высокого давления, и отсюда давление равномерно убывает к полюсам. Полюс находится в центре самого низкого давления.

Таким образом, давление в атмосфере наверху распределяется так же, как и в верхних частях наших сосудов,— оно убывает от тепла к холоду.

Если посмотрим на карту среднего давления атмосферы для земной поверхности, полного совпадения с результатами нашего опыта мы уже не найдем. Действительно, на полюсе давление повышенное, а на экваторе — пониженное, но в промежутке между ними давление в среднем от экватора повышается к тропикам, затем понижается к умеренным широтам и вновь возрастает к полюсам. Изобары здесь уже вовсе не проходят по широтам, а замыкаются вокруг отдельных центров повышенного и пониженного давления. Если же мы просмотрим ежедневные карты давления, то на всех уровнях (а особенно у земли) увидим крайне изменчивую день ото дня картину — движущиеся, образующиеся и вновь исчезающие центры высокого и низкого давления, которые не подчиняются никаким видимым порядкам и законам.

Обратимся теперь к воздушным течениям: подтверждают ли они наш опыт? Оказывается, что почти во всей толще атмосферы ветры дуют вовсе не от высокого давления к низкому (т. е. перпендикулярно к изобарам), а вдоль изобар:



Распределение среднего давления и воздушных течений в атмосфере для северного полушария: *А* — на высоте 10 *км*; *Б* — у земной поверхности; *Н* — низкое давление; *В* — высокое давление. *1* — изобары; *2* — направление ветра.

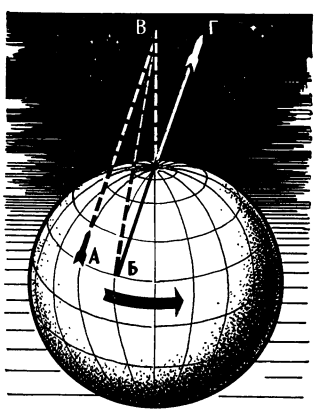
в северном полушарии они оставляют высокое давление справа, а низкое — слева (по ходу движения потока), в южном полушарии — наоборот. Только в самом нижнем, приземном слое атмосферы поток отклоняется в сторону более низкого давления, и именно те ветры, которые мы непосредственно ощущаем, дуют под углом к изобарам. Причина этого — отклоняющее действие вращения Земли.

ОТКЛОНЯЮЩАЯ СИЛА ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

В повседневной жизни мы замечаем вращение Земли только по смене дня и ночи. Между тем вращение земного шара вокруг своей оси оказывает отклоняющее действие на все движущиеся тела. Это отклоняющее действие становится заметным только при очень длительных движениях по инерции, без действия слишком мощной движущей силы. К этому роду движений можно отнести перемещение воздуха в атмосфере, так как силы разности давления очень невелики и частице воздуха приходится проделывать большой путь из одних областей земного шара в другие.

Все направления на Земле мы привыкли определять по сторонам горизонта (на юг, на север и т. д.) и забываем о вращении меридианов и параллелей вместе с Землей. Наиболее наглядно это видно на полюсе, вокруг которого меридианы вращаются, как спицы вокруг оси колеса.

Посмотрите на рисунок. Представим себе, что из точки *А* вдоль меридиана на север запущена ракета. Через некоторое время после старта с места запуска определяют положение ракеты и убеждаются в том, что она отклонилась вправо от приданного ей направления и находится уже не на том меридиане. Впрочем, это никого не может удивить, так как отклоняющее действие вращения Земли было учтено заранее, при расчете траектории ракеты. За истекший промежуток времени Земля и меридианы повернулись на некоторый угол, точка старта сместилась из *А* в *Б*, а ракета продолжала двигаться в приданном ей направлении параллельно прежнему положению меридиана. Наземным наблюдателям кажется, что ракета попала в точку *Г* вместо точки *В* из-за отклонения под действием какой-то силы.



Действие отклоняющей силы вращения Земли. Кажется, что ракета отклонилась от меридиана, а в действительности же повернулся меридиан.

Эту силу мы и называем отклоняющей силой вращения Земли.

Наиболее велика она на полюсе, где меридианы за сутки совершают полный оборот на 360°. Чем ближе к экватору, тем меньше отклоняющая сила. В южном полушарии отклоняющая сила действует влево, а не вправо. В этом можно легко убедиться, представив себе запуск ракеты. Чем быстрее движется тело, тем сильнее действует на него отклоняющая сила.

Под влиянием отклоняющей силы воздушный поток движется вдоль изобар. Почему именно так? Непрерывно действующая отклоняющая сила могла бы отклонять ветер все дальше и дальше вправо (в северном полушарии). Но когда ветер отклоняется от изобар вправо, он начинает дуть от низкого давления к высокому против действующей силы давления и эта сила вновь возвращает его к прежнему направлению вдоль изобар.

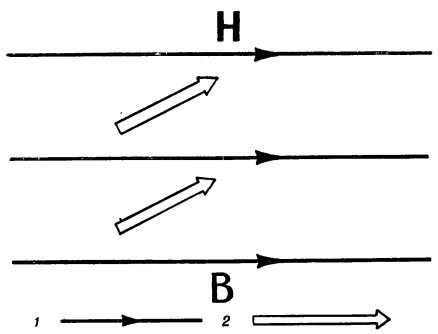
ОСНОВНЫЕ ТЕЧЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ОКЕАНА

Воздух не может двигаться прямо от высокого давления к низкому из-за отклоняющей силы. Поэтому обмен теплом и холодом между различными частями земного шара сложен.

Меньше всего отклоняющая сила вблизи экватора: поэтому здесь меньше и разности давления, которые быстро выравниваются потоками, направленными почти прямо от высокого давления к низкому. Приблизительно с широты 25—30° отклоняющая сила настолько велика, что такие прямые потоки становятся невозможными. Вблизи тропиков наверху получается скопление масс воздуха, поступающего сравнительно свободно от экватора, но не имеющего возможности передвигаться дальше к полюсам. Это скопление масс воздуха создает полосы повышенного давления вдоль тропиков в слое пять и более километров толщиной. Излишек поступающего наверх воздуха уравновешивается непрерывным оттоком воздуха в нижних слоях, от полосы повышенного

давления к экватору, где ветер дует под углом к изобарам. Этот нижний ветер называется п а с с а т о м. Так между экватором и тропиками устанавливается своя система циркуляции, сходная со схемой нашего опыта: наверху поток от тепла к холоду, внизу — от холода к теплу.

Между тропиками и полюсом давление почти во всех слоях падает к полюсу и ветер дует с запада на восток, образуя огромный круговой вихрь вокруг Северного полюса. Именно из-за такого направления потока у нас погода почти всегда приходит с запада. Недаром народная примета говорит: «Теменца (облачность) на закате — будет дождь». Этот западный поток напоминает течение бурной горной речки с вихрями и водоворотами. Только при складывании всех ветров сказывается преобладание западного ветра; в действительности ветры непрерывно меняются. В общем западном потоке образуются, движутся вместе с потоком и вновь исчезают круговые вихри, связанные с подвижными областями пониженного и повышенного



Движение воздуха в северном полушарии. *Н* — низкое давление, *В* — высокое давление. *1* — изобары и направление ветра на высоте 500—1000 *м*; *2* — ветер у поверхности Земли.

давления. В северном полушарии воздух движется вокруг центра пониженного давления против направления вращения часовой стрелки (в южном полушарии направление вращения обратное); такой вихрь называется ц и к л о н о м.

Вихрь, вращающийся в противоположном направлении вокруг центра повышенного давления, называется а н т и ц и к л о н о м.

Эти движущиеся вихри возникают из-за неустойчивости верхнего западного потока. Когда поток наверху отклоняется от изобар, воздух начинает переходить через изобары или от высокого давления к низкому, или от низкого к высокому. Но в этом случае на той стороне, куда приходит воздух, увеличивается общая масса атмосферы и давление внизу растет, а на той стороне, откуда воздух оттекает, давление внизу уменьшается. Вот эти изменения давления и приводят к образованию циклонов и антициклонов.

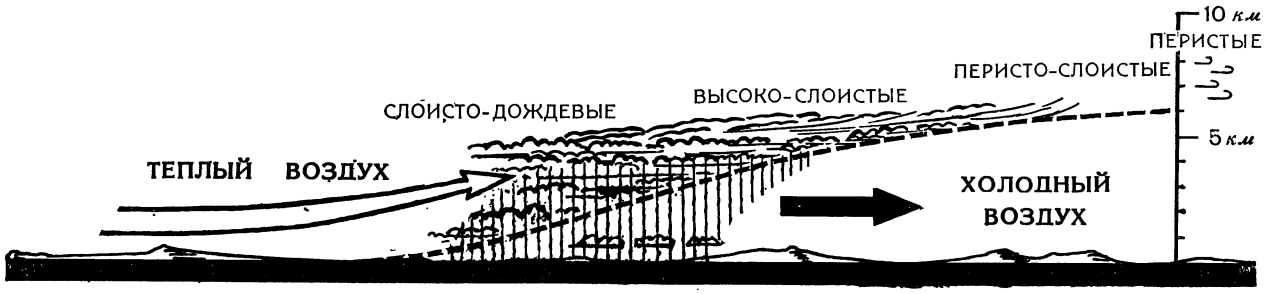
Воздушные потоки, двигаясь вокруг центров циклонов и антициклонов, переносят тепло от низких широт к высоким и холод— от высоких к низким. Именно так и обмениваются тропики и полюсы теплом и холодом. Эти потоки сменяют друг друга, создавая всем нам хорошо известные резкие изменения температуры.

ЦИКЛОНЫ, АНТИЦИКЛОНЫ И ФРОНТЫ

Циклоны — области по преимуществу пасмурной погоды с осадками, антициклоны — ясной сухой погоды. Как мы уже знаем, в самом нижнем слое атмосферы ветры дуют под углом к изобарам и воздух оттекает от высокого давления к низкому. Он стекается к центру циклона и здесь поднимается. В антициклоне наоборот: внизу воздух растекается от центра наибольшего давления, а на его место сверху опускается воздух, стекающийся наверху. Когда воздух в циклоне поднимается и оказывается под меньшим давлением атмосферы, он расширяется и температура его понижается. С понижением температуры водяной пар, содержащийся в воздухе, начинает конденсироваться, т. е. переходить в воду. В воздухе появляются мелкие водяные капли, образующие облака. В антициклоне при опускании воздух сжимается и нагревается, а все облачные капли испаряются. Такова основная причина различной погоды в циклонах и антициклонах.

Но неправильно было бы думать, что во всей области циклона небо сплошь затянуто облаками и идут непрерывные дожди. Если посмотреть на циклон сверху, из космического пространства (а такие фотоснимки уже имеются), то окажется, что облачность в его зоне распределяется преимущественно в виде вытянутых

Положение поверхности фронта в атмосфере. Черная стрелка показывает направление движения холодного воздуха, светлая — теплого.



Теплый фронт в разрезе.

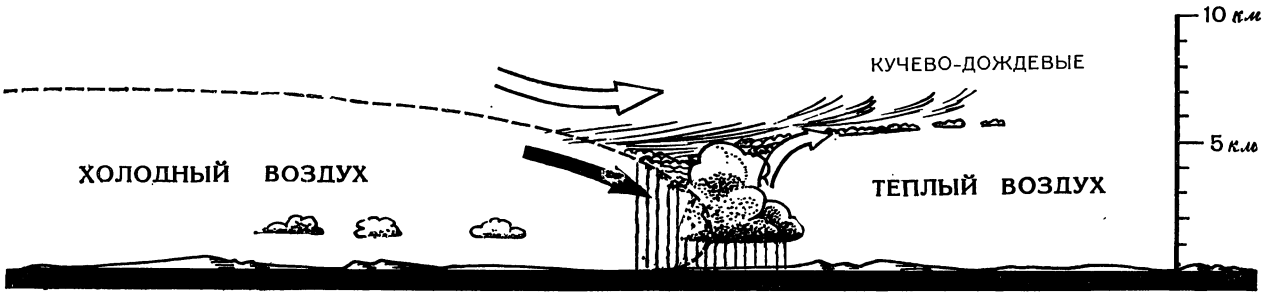
полос, которые сходятся в центральной части циклона.

Длина этих полос достигает тысяч, а ширина — сотен километров. Распределение облаков показывает, что воздух подымается не во всей области циклона, а в сравнительно узких его зонах. Эти зоны имеют особое значение для формирования погоды. Они не случайно называются атмосферными фронтами, так как, подобно военным фронтам, изображаются на карте погоды линией (см. стр. 205). Вдоль такой линии наблюдается резкий контраст температуры — здесь у земли непосредственно рядом находятся области как теплого, так и холодного воздуха. Выше от земли граница между теплым и холодным воздухом представляет почти горизонтальную поверхность, наклоненную под очень малым углом к земной поверхности: холодный воздух в виде клина расположен под этой поверхностью, а теплый воздух — над ней. Там, где фронтальная поверхность опускается до земли, находится линия фронта.

Фронт может оставаться неподвижным только при одном условии: если массы теплого и холодного воздуха текут, как бы скользя вдоль его поверхности, либо в одном и том же, либо в противоположных направлениях. Если воздушный поток направлен от теплого воздуха к холодному, то фронт перемещается в этом направлении, теплый воздух вытесняет и заменяет холодный. Такой фронт называется теплым, так как он приносит с собой всегда потепление. Теплый воздух движется быстрее холодного и вынужден восходить вверх по наклонной фронтальной поверхности; он как бы взбирается на спину отступающего холодного воздуха. Восходящий воздух охлаждается, в нем образуется целая система облаков, из которых в зоне шириной до 300—400 *км* выпадает дождь или снег. Характерная особенность этих облаков — они очень однородны, напоминают пелену и только в зоне осадков под ними образуются низкие разорванные облака плохой погоды. Теплый фронт дает наиболее устойчивую и продолжительную ненастную погоду, так как ширина зоны его осадков наиболее велика.

Наблюдали ли вы когда-нибудь, как приходит ненастье? Стоит ясный день, и вот у самого горизонта появляются малозаметные тонкие перистые облака. Они постепенно распространяются по всему небу. Солнце светит почти по-прежнему ярко, а небо остается голубым, хотя и утратило немного чистоту своей окраски. Вслед за перистыми облаками надвигается прозрачная вуаль перисто-слоистых облаков, солнце продолжает светить, но небо стало белесоватым. Вуаль уплотняется, солнце светит как сквозь масляную бумагу, небо белое и у горизонта даже сероватое: это — высокослоистая облачность, поверхность фронта над нами опустилась еще ниже. Теперь уже самый ненаблюдательный человек заметит, что погода ухудшается. Но вот падают первые редкие капли дождя. Солнце скрывается за ровной серой пеленой облаков. Дождь усиливается; под пеленой слоисто-дождевых облаков несутся обрывки и клубы низких разорванно-дождевых облаков. Дождь идет несколько часов, а затем прекращается, воздух теплеет: теплый фронт прошел.

Если воздушный поток направлен от холодного воздуха к теплому, то, наоборот, холодный воздух вытесняет теплый. Такой фронт приносит похолодание и называется холодным. Отставание нижних слоев воздуха от верхних под влиянием трения о земную поверхность приводит к тому, что фронт «выпячивается» вперед и верхние слои обрушиваются вниз: холодный фронт приобретает форму катящегося вала. Вытесняемый прямо вверх теплый воздух быстро поднимается и образует гряду темных туч — кучево-дождевых облаков, из которых летом выпадают грозовые ливни, иногда с градом, зимой — шквалистый снегопад. Над более высокими частями фронтальной по-



Холодный фронт в разрезе.

верхности теплый воздух поднимается более плавно: здесь часто образуются облака и осадки, похожие на облака ненастья и обложные осадки теплого фронта.

Холодный фронт не предупреждает о своем приходе подобно теплому фронту. Редко, когда перед ним образуются высококучевые облака в виде хлопьев или зерен чечевицы. Обычно на горизонте появляется сплошная гряда темных туч с белоснежными вершинами. Эта гряда быстро приближается, протягиваясь от одного края небосвода до другого. Становится видной нижняя рваная поверхность этой гряды, за которой виднеется сливающаяся темная стена дождя. Удары грома, молнии, порывы ветра, и ливень с градом забарабанил по крышам. Дождь становится обложным, потом постепенно ослабевает, прекращается, облачность разрывается. Быстро холодает: холодный фронт прошел.

Наиболее резко фронты выражены в циклонах, так как здесь нижние стекающиеся потоки сближают холодные и теплые массы воздуха, увеличивают температурные различия между ними. В антициклонах, наоборот, растекающиеся потоки ослабляют температурные контрасты, и поэтому фронты почти никогда не проходят через центры антициклонов.

Циклоны с фронтами и антициклоны непрерывно возникают в атмосфере, переносятся общим воздушным потоком (преимущественно с запада на восток), исчезают и возникают вновь. Они-то и определяют капризную изменчивость погоды, о которой говорилось в начале этой статьи. Иногда в течение целого месяца или даже сезона через какую-нибудь область непрерывно один за другим движутся циклоны с фронтами, выпадают осадки, стоит ненастная погода. Потом наступает период преобладания антициклонов и устанавливается ясная сухая погода.

Заблаговременное предсказание погоды — пока главное средство преодолевать вредное ее влияние на нашу жизнь и народное хозяйство. Но недалеко то время, когда мы сможем частично изменять погоду. Уже сейчас на небольших территориях удается рассеивать облака или вызывать из них осадки (см. стр. 218). Нужно надеяться, что упорная работа ученых подготовит новую эру, когда погода будет подчинена человеку.

■

КАК НАБЛЮДАЮТ ПОГОДУ

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ И ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА

Изо дня в день в грозу, в бурю, в метель наблюдают за погодой метеорологи. Они работают повсюду: и среди снегов Арктики и Антарктиды, и на вершинах Тянь-Шаня, и в сибирской тайге. Им помогают гидрологи, которые следят за жизнью рек, морей, озер, болот.

Для чего все-таки нужна метеорологическая и гидрологическая служба? Может быть, можно обойтись без нее? Оказывается, нет. О погоде забывать нельзя. А кто о ней забудет, она сама напомнит о себе. Вот один из тысячи примеров. В начале нашего века около г. Джонстауна (США) вода прорвала земляную плотину. Гигантская волна прокатилась по долине, снося на своем пути мосты, строения, деревья. Отчего же это произошло? Оказывается, оттого, что при сооружении плотины инженеры не приняли в расчет, что наблюдающиеся в бассейне этой реки сильные и продолжительные ливни могут

поднять воду на много метров выше обычного уровня. Они не учли этого и сделали отверстие плотины слишком узким. Паводок не мог пройти сквозь него, и произошла катастрофа. Уже один такой пример показывает, какое значение имеют данные метеорологической и гидрологической службы.

Впервые дневники погоды в России начали вести с 1722 г. в Петербурге по указу Петра I. В 1849 г. была открыта Главная физическая обсерватория, а затем и десятки метеорологических станций начали работать по единым инструкциям.

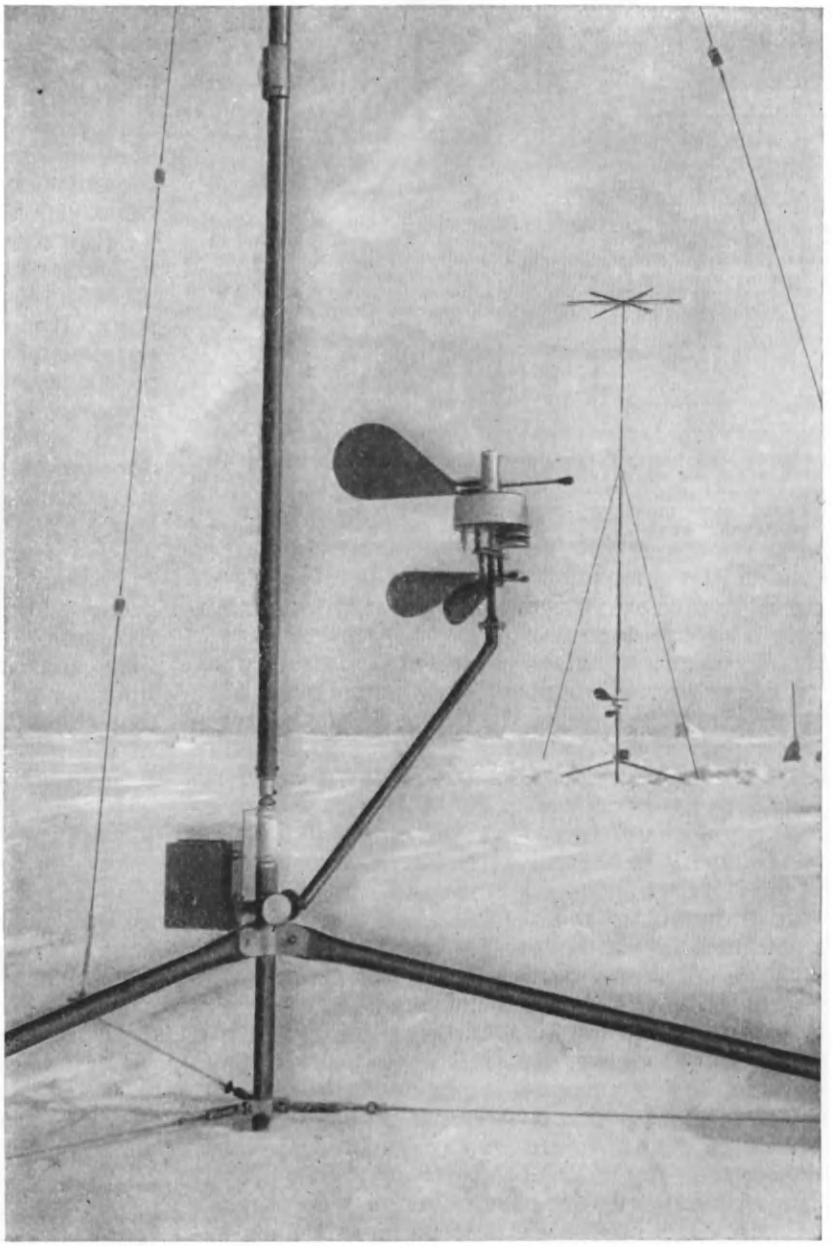
Великая Октябрьская социалистическая революция открыла широкий путь для развития метеорологии в нашей стране. 21 июня 1921 г. Совет Народных Комиссаров по инициативе Владимира Ильича Ленина постановил расширить метеорологические исследования в Советском Союзе. Была создана общая метеорологическая и гидрологическая служба. Сеть метеорологических станций выросла в несколько раз. На отечественных заводах приборостроения были сконструированы сложнейшие современные приборы для метеорологических и гидрологических станций.

Советские инженеры сконструировали для необитаемых островов и труднодоступных гор автоматическую радиометеорологическую станцию (АРМС), которая работает без людей и передает результаты наблюдений по радио. Сигналы АРМС принимаются на расстоянии более 500 *км*.

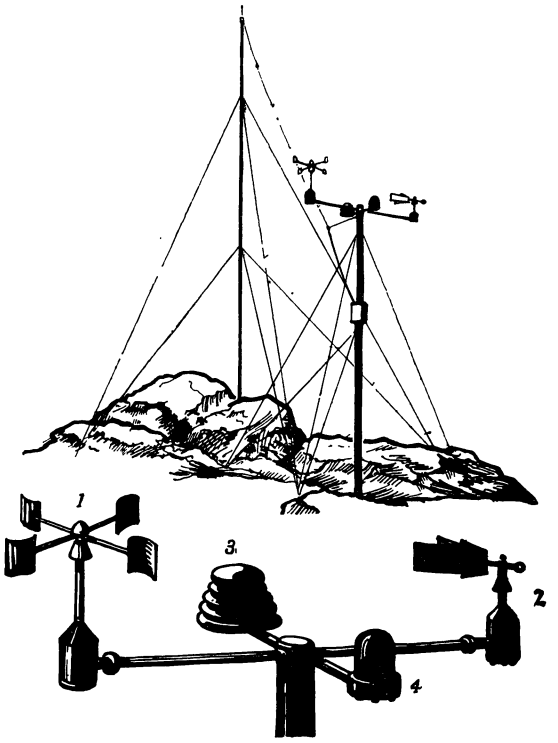
АРМС действует за счет электрической энергии аккумуляторов. Работа ее рассчитана почти на год.

В нашей стране действуют полярные, морские, курортные, горные метеостанции и обсерватории. Самые северные из полярных станций расположены на о-ве Рудольфа (Земля Франца-Иосифа), на Северной Земле и на мысе Желания (северная окраина Новой Земли). Самые высокие горные метеорологические станции у нас устроены на Эльбрусе (на высоте 4250 *м*), леднике Федченко (4200 *м*) и Казбеке (3660 *м*). Каждый год в нашей стране организуют антарктические экспедиции, во время которых проводятся метеорологические наблюдения.

Особенно ценные сведения о погоде дают



ДАРМС — дрейфующая автоматическая радиометеорологическая станция.



АРМС — автоматическая радиометеорологическая станция. Она питается от аккумулятора и работает безотказно около года. Станция работает в пургу, при сильных морозах и в дождь: *1* — приемник скорости ветра; *2* — приемник направления ветра; *3* — приемник температуры воздуха; *4* — приемник атмосферного давления.

дрейфующие в Арктике метеорологические станции «Северный полюс».

Но таких станций немного, и поэтому их сведений недостаточно для изучения погоды на необъятном просторе Арктики. И вот сотрудники Института Арктики и Антарктики нашли выход: они сконструировали дрейфующую автоматическую радиометеорологическую станцию (ДАРМС).

Во время работы станция автоматически преобразует полученные метеорологические данные в сигналы телеграфной азбуки Морзе и посылает их раз в сутки в эфир. Эти сигналы принимают береговые и островные полярные станции. ДАРМС дают сведения не только о погоде, но и о направлении движения льдов в полярном бассейне. ДАРМС могут беспрерывно действовать в течение года.

В 1962 г. в СССР запущен ряд спутников «Космос» с приборами для изучения высоких слоев атмосферы и передачи на землю структуры циклонов и антициклонов, несущихся над землей. Огромная высота, на которой велись наблюдения, позволила изучить обстановку в атмосфере на большом пространстве гораздо точнее и подробнее, чем удается с помощью карт погоды.

Чтобы лучше понять причины изменения погоды, нужно изучать воздушный океан сразу на большом пространстве.

Эту задачу выполняют метеорологические станции, которые разбросаны по всем уголкам нашей Родины.

Вероятно, вам не раз приходилось видеть небольшие огороженные забором площадки, на которых стоят «домики», напоминающие пчелиные ульи, воронкообразные сосуды и разные приборы на подставках. А над всем этим возвышается столб с флюгером. Это типовая метеорологическая станция. Она определяет состояние атмосферы и следит за явлениями погоды.

Для службы погоды на метеостанциях СССР наблюдения ведутся 8 раз в сутки: в 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 и 24 часа по московскому времени. Кроме того, для изучения климата вся метеорологическая сеть дополнительно ведет наблюдения в 1, 7, 13 и 19 часов по местному времени.

В наблюдениях недопустимы пропуски и опоздания: они обесценивают всю работу метеорологической станции. Поэтому за 12—15 минут до наблюдения метеоролог обходит все метеорологические установки, чтобы проверить, исправны ли они. Все отсчеты приборов метеоролог записывает в специальный журнал наблюдений и передает по телеграфу или радио в бюро погоды области и Центральный институт прогнозов (в Москве). Синоптики[1] бюро погоды на основании сведений, полученных с метеостанций, составляют карты погоды и дают прогнозы по данной области.

Сведения о погоде за один и тот же час из различных мест страны наносят условными значками на географическую карту, которая становится картой погоды. На такой карте вы можете видеть состояние погоды одновременно в разных районах.

Для изучения погоды надо наблюдать за всеми ее элементами: давлением воздуха, температурой, влажностью, облачностью, направлением и силой ветра и др.

Давление воздуха измеряется ртутным барометром, а запасным прибором служит барометр-анероид. Его приемник — металлическая геф-

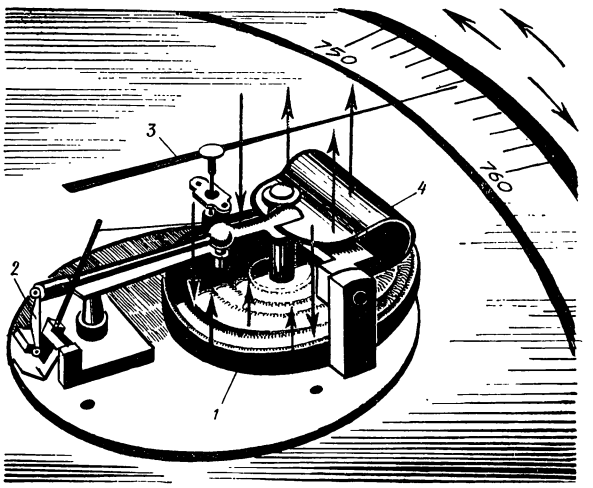
[1] Синоптики — специалисты, изучающие погоду и составляющие ее прогнозы.

рированная коробочка, из которой выкачан воздух. От сплющивания атмосферным давлением эта коробочка предохраняется сильной пружиной. Колебания атмосферного давления действуют на дно и крышку коробочки, которая от уменьшения давления вспучивается, а при увеличении — прогибается. Эти колебания при помощи особого механизма усиливаются и передаются стрелке, которая движется по циферблату и отмечает величину давления.

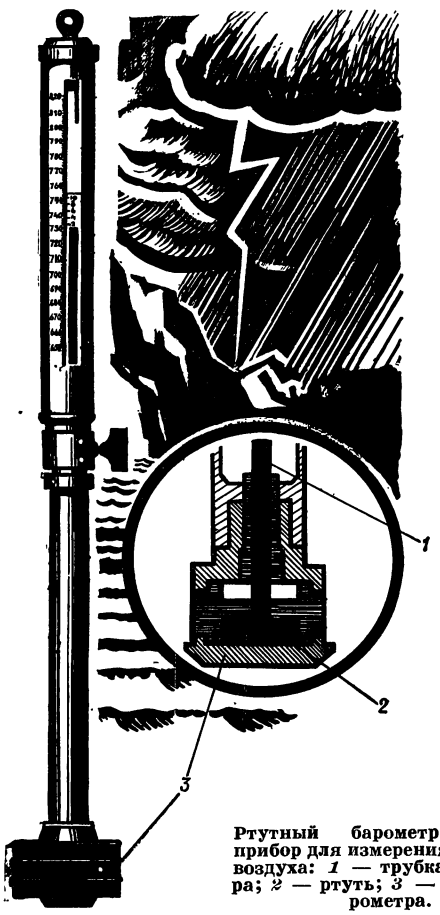
Если стрелка прибора показывает, что давление воздуха понижается (как говорят, барометр «падает»), то обычно наступает ухудшение погоды. Данные изменения давления важны для прогноза погоды.

Метеорологические станции ведут регулярные наблюдения за температурой воздуха. На огромных пространствах нашей Родины в одно и то же время бывают самые различные температуры.

Когда говорят о температуре воздуха, то всегда имеют в виду показания термометра,



Барометр-анероид, измеряющий давление воздуха: *1* — коробка, из которой выкачан воздух; *4* — стальная пружина для предохранения коробки от сплющивания внешним давлением атмосферы. При увеличении давления коробка сплющивается и тянет за собой пружину; движение пружины передается через систему рычажков (*2*) и на стрелку (*3*).



Ртутный барометр — точный прибор для измерения давления воздуха: *1* — трубка барометра; *2* — ртуть; *3* — чашка барометра.

установленного в тени. Если измерять температуру на открытом месте, освещенном солнцем, то различные термометры покажут разные величины. Термометр с черным шариком покажет выше температуру, чем со светлым. Известно, что черное тело поглощает максимальное количество лучей и поэтому нагревается сильнее других тел.

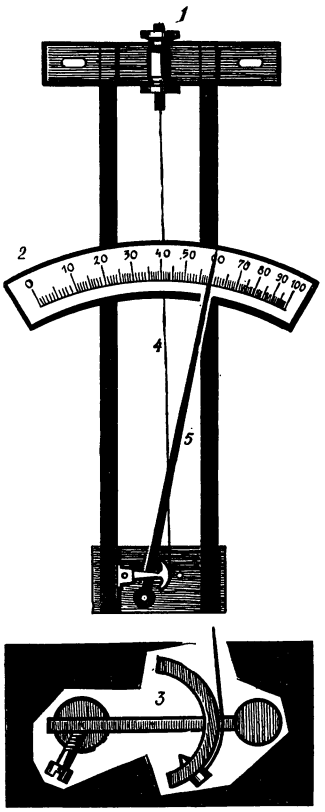
Следовательно, любой термометр «на солнце» больше будет показывать собственную температуру, чем температуру воздуха.

Часто говорят, что при ветреной погоде мороз сильнее, чем при тихой. Это неверно. Термометр показывает одну и ту же температуру и при ветре и без ветра.

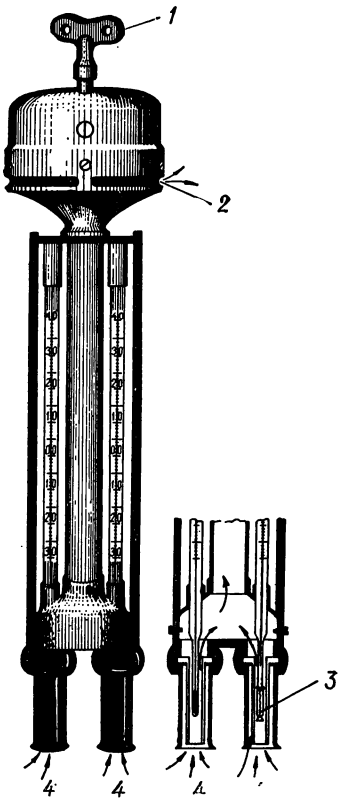
Ощущение холода зависит от того, насколько быстро охлаждается человеческое тело. При сильном ветре охлаждение идет быстрее, чем без ветра.

Термометры на метеорологических станциях устанавливаются в особых будках для защиты от солнечных лучей, дождя, снега. Для лучшей вентиляции стенки будки делают из наклонных планочек, так что воздух свободно проходит внутрь. Чтобы уменьшить нагревание будки солнечными лучами, ее окрашивают в белый цвет.

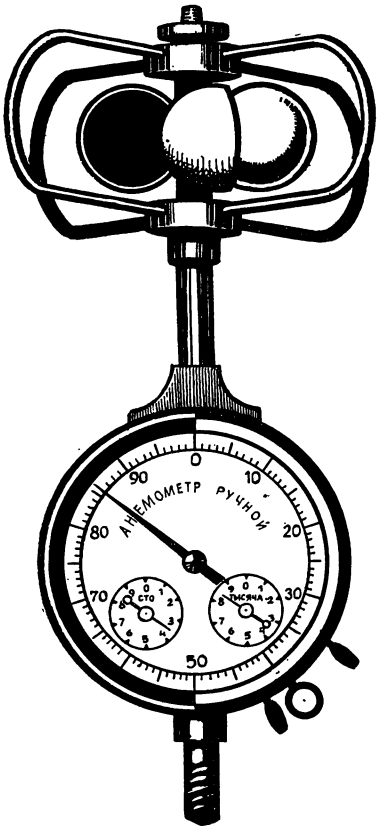
Устанавливается будка на высоте около 2 *м* от земли, чтобы ее не засыпало снегом. Для наблюдателя делается лесенка.



Волосной гигрометр — прибор для измерения влажности воздуха в процентах: *1* — регулировка натяжения волоса; *2* — шкала; *3* — ось стрелки; *4* — волос; *5* — стрелка.



Психрометр — точный прибор, измеряющий температуру и влажность воздуха: *1* — заводной ключ; *2* — ветрянка; *3* — термометр, обернутый тканью; *4* — засасываемый воздух.



Анемометр вращения — точный прибор для измерения скорости ветра. При наблюдении прибор поднимается рукой вверх, и при помощи секундомера отсчитывается число делений на шкале анемометра за известный промежуток времени.

В будке устанавливаются три термометра: ртутный, спиртовой и термометр-максимум. Ртуть при сильных морозах замерзает, и тогда пользуются спиртовым термометром: он одновременно может показывать самую низкую температуру с момента последнего наблюдения. Максимальный термометр устроен так же, как медицинские термометры. Трубка термометра сужена вблизи шарика. При повышении температуры ртуть под давлением свободно проходит через это сужение.

Когда температура понижается, суженная часть трубки разрывает столбик, и он остается на максимальном уровне.

Воздух не бывает абсолютно сухим. Даже в жарких пустынях он всегда содержит влагу.

Простейший прибор для измерения влажности — волосной гигрометр. Он состоит из рамки, на которой натянут обезжиренный человеческий волос. Один конец волоса закреплен вверху рамки, а другой перекинут вниз через блок. С блоком связана стрелка, двигающаяся по шкале. При увеличении влажности клеточки волоса разбухают, волос удлиняется, что сейчас же через блок передается стрелкой на шкалу, где влажность воздуха показана в процентах. Влажность уменьшается — волос укорачивается.

Гигрометр помещают в будке рядом с термометрами. Более сложный прибор — вентиляционный психрометр. Он состоит из двух одинаковых термометров, заключенных в металлическую оправу.

Шарики термометров окружены трубками, через которые свободно проходит воздух. На верху оправы помещен всасывающий вентилятор. Шарик одного термометра обернут кусочком батиста. Во время наблюдений материю смачивают водой, а вентилятор заводят. Как только пру-

жина заставит вращаться лопасти вентилятора, воздух начнет всасываться в трубки, обдувать термометры и выходить наружу. Со смачиваемого термометра будет испаряться вода, и он покажет более низкую температуру, чем сухой (вспомните, как холодит мокрое белье). По разности температур сухого и смачиваемого термометров и по таблицам наблюдатель вычисляет влажность воздуха.

Психрометр не требует никакой искусственной тени. С ним можно работать даже на солнце, надо только для удобства подвесить прибор на столбике.

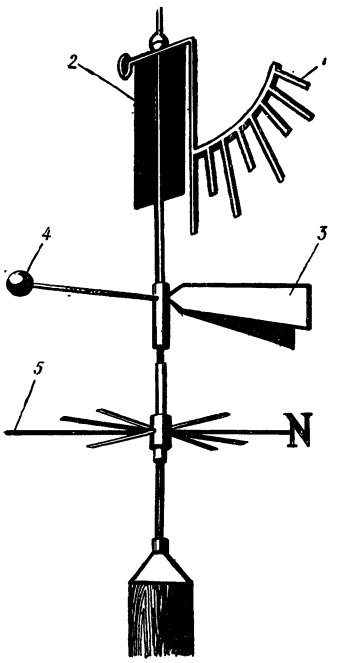
Направление и силу ветра наблюдатель определяет по флюгеру. На столбе флюгера укреплена «роза ветров» из металлических прутьев, указывающих страны света. В верхней части флюгера есть дуга со штифтиками и рамка, на которой качается металлическая дощечка,— это простой прибор для определения силы ветра. Ветер давит на дощечку и поднимает ее на фоне дуги. По штифтикам отсчитывают силу ветра; зная ее, легко определить и скорость ветра, т. е. число метров, проходимых воздухом в одну секунду.

Более точный прибор для измерения скорости ветра — анемометр вращения. Приемником его служит крестовина с четырьмя (или тремя) полушариями, обращенными выпуклостью в одну сторону. Крестовина насажена на вертикальную ось. Под действием ветра вся система легко вращается в одну сторону. Конец оси, уходящей внутрь механизма, имеет бесконечный винт (червяк), связанный с целой системой зубчатых колес. С тремя из них соединены стрелки циферблата.

Если анемометр поместить на ветру и дать вертушке раскрутиться, то можно определить точно скорость ветра.

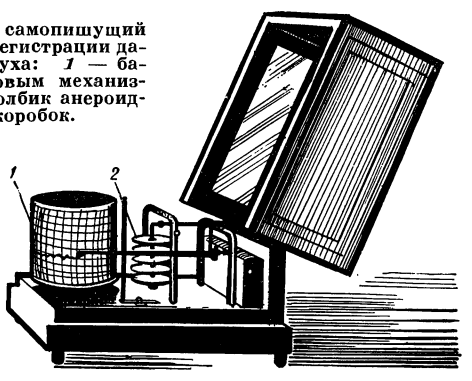
Все большее распространение на метеостанциях получает электрический анеморумбометр (АРМЭ), который может передавать по проводам направление и скорость ветра. Приемник АРМЭ — трехчашечный анемометр, который силой ветра заставляет вращаться якорь маленькой динамо-машины (генератора), заключенный внутри прибора. Вырабатываемая генератором электроэнергия по проводам передается в помещение метеостанции на шкалу вольтметра. Чем сильнее ветер, тем быстрее вращаются полушария и тем сильнее электрический ток. По степени отклонения стрелки вольтметра судят о скорости ветра. Одновременно на особой шкале показывается направление ветра. АРМЭ устанавливается высоко на металлической мачте или на столбе и может передавать данные о ветре на расстояние 100—150 *м*.

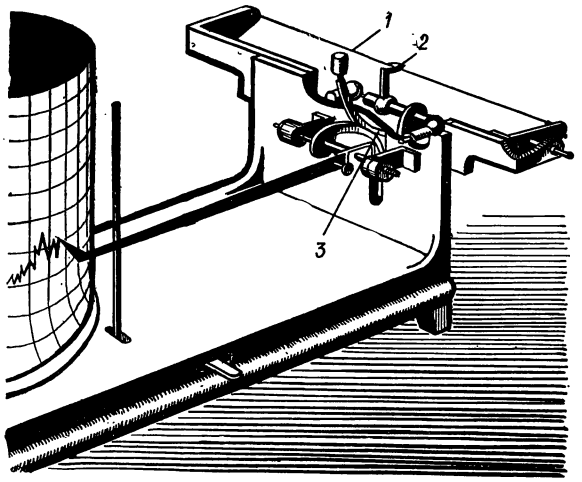
Метеоролог, наблюдая за облачностью, определяет на глаз количество облаков (0— ясно, 10 баллов — облачно), а по атласу облаков — их форму. Высота облаков определяется при помощи шара-пилота. Это небольшой резиновый шар, наполненный водородом. Пущенный в полет, он достигает облака и исчезает в нем. За шаром следят в угломерный прибор — теодолит. По времени полета шара-пилота определяют высоту облака. Более совершенный прибор для определения не только нижней, но и верхней границы облачности (толщины облаков) в любое время года и суток — облакомер. Он выпускается в свободный полет на шаре и передает на землю с помощью радиопередатчика особые сигналы в момент своего погружения в облако и выходя из него. Так как скорость подъема шара известна, то по времени появления сигналов о входе и выходе прибора из облаков определяют высоту и толщину их.



Флюгер — простейший прибор для определения направления и скорости ветра. Его устанавливают высоко на столбе, где нет препятствий для ветра. Состоит из флюгарки (*3*) и доски указателя (*2*), вращающихся на металлическом стержне. Система уравновешена грузом (*4*). Под влиянием ветра лопасти флюгарки устанавливаются по ветру, а доска указателя поднимается до одного из штифтов дуги (*1*). Направление ветра определяется по «розе румбов» (*5*), а сила ветра — по номеру штифтов на дуге.

Барограф — самопишущий прибор для регистрации давления воздуха: *1* — барабан с часовым механизмом; *2* — столбик анероидных коробок.





Гигрограф — самопишущий прибор для измерения влажности воздуха: *1* — волос; *2* — рычаг; *3* — балансир.

Осадки измеряются особым цилиндром с конусообразной защитой. Цилиндр сечением в 200 *см*^{2} устанавливают на столбе высотой 2 *м*. Его огораживают воронкообразным футляром из разреженных планок, чтобы предохранить осадки (особенно снег) от выдувания сильным ветром.

Собранную воду сливают в мензурку и измеряют (зимой снег растапливают). Количество осадков определяется толщиной слоя выпавшей воды в миллиметрах. Умеренный дождь дает 5—6 *мм* осадков, сильный — около 15—20 *мм*, а ливень — более 30 *мм*.

Даже самые частые наблюдения метеорологов в течение суток бывают недостаточны. Необходима непрерывная запись наблюдений приборами-автоматами.

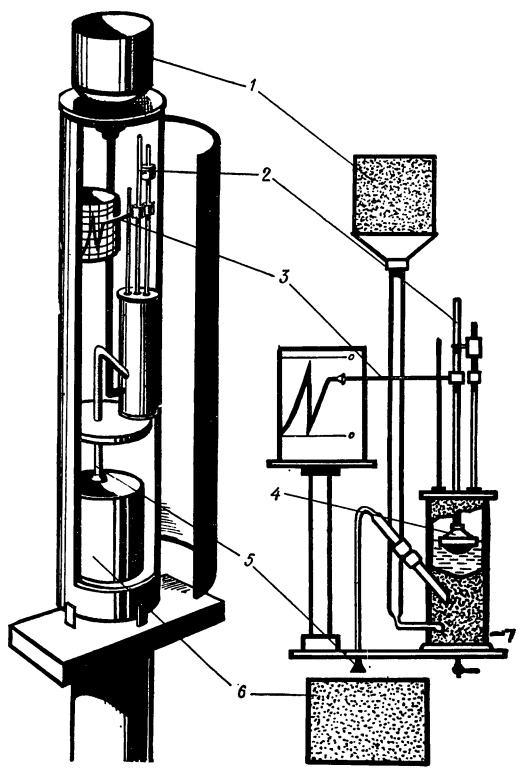
Для этого созданы самопишущие приборы: барограф — самописец давления воздуха; термограф, записывающий температуру воздуха; гигрограф, регистрирующий влажность воздуха, и плювиограф — дождевые осадки.

На крупных метеорологических станциях, где наблюдения ведутся круглые сутки, используется дополнительно дистанционная метеорологическая станция (ДМС). Она устанавливается на площадке. Для наблюдения за приборами не надо выходить на площадку. Достаточно подойти к распределительному щитку прибора, установленному в комнате, где дежурят метеорологи, нажать 2—3 кнопки, и ДМС сообщит, что делается снаружи: какой ветер, какая температура и влажность. Все шкалы прибора ДМС смонтированы на пульте управления в форме радиоприемника. Специальный кабель соединяет ДМС с пультом управления. ДМС питается электроэнергией от сети городского или сельского освещения. Если нужно узнать, какой сейчас ветер, нажмите кнопку на пульте управления с надписью «ветер».

На шкалах направления и скорости ветра появятся соответствующие сведения. Все данные о погоде можно получить в течение 30—40 секунд.

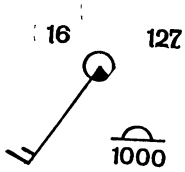
Кроме этих основных приборов, применяются многие другие: для измерения солнечной радиации (излучения), температуры почвы, высоты облаков.

Метеоролог должен делать наблюдения точно, быстро и аккуратно. Погода не стоит на месте; она непрерывно меняется, и надо быстро уловить эти изменения. От точности наблюдений метеоролога зависит правильность прогноза погоды, а часто и судьба пассажиров самолетов и судов, которые могут в пути встретиться с грозой или бурей.



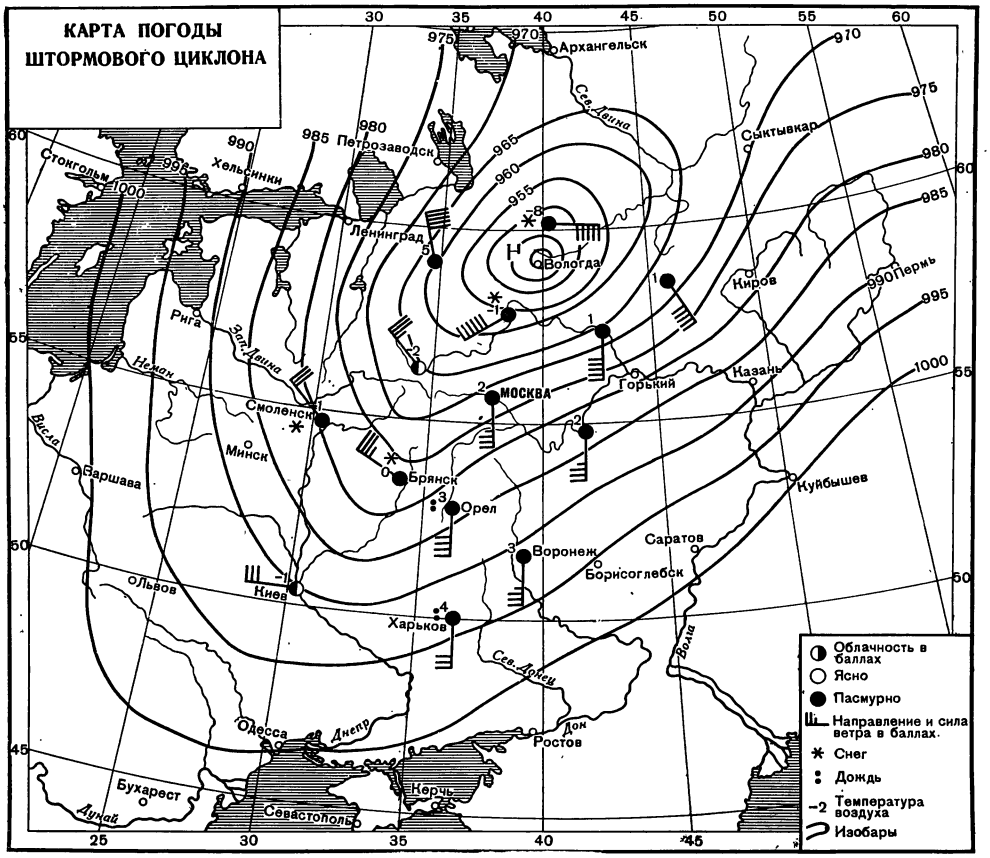
Плювиограф — самопишущий прибор для измерения дождевых осадков: *1* — сосуд; *2* — стержень; *3* — перо; *4* — поплавок; *5* — сифон; *6* — контрольный сосуд; *7* — сосуд.

В бюро погоды синоптики все элементы погоды (давление воздуха, температура, влажность, облачность, ветер) наносят на немую географическую карту около каждого пункта наблюдения в строго определенном порядке. Метеорологическая станция на карте обозначается маленьким кружком. Стрелка указывает направление ветра (стрелка как бы летит по ветру). На рисунке направление ветра — юго-западное. Оперение на стрелке — это сила ветра в баллах. Один балл соответствует скорости ветра примерно 2 *м/сек*. На рисунке один штрих у стрелки длинный и один — короткий, это означает, что сила ветра равна трем баллам. Четверть кружка зачерчена — значит, четверть неба покрыта облаками. Значок под кружком дает представление о форме облаков — кучевые высотой 1000 *м*. Слева от кружка показана температура воздуха (+16°). Цифра 127 справа обозначает давление воздуха в миллибарах. Она дается сокращенно, полностью будет 1012,7 *мб*. Метеорологи условились всю цифру не писать и не отделять запятой десятые доли. Всем, кто знает об этом, понятно, что цифра 127 означает 1012,7 *мб*. Нормальное давление в 760 *мм* равно 1013 *мб*. На нашем рисунке (внизу слева) давление немного ниже нормы.



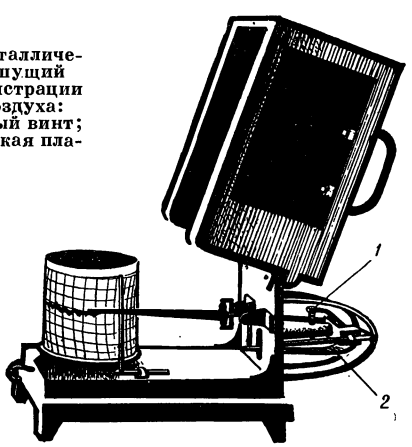
Элементы синоптической карты.

Но вот все сведения нанесены на карту. Теперь в них надо разобраться. Для этого на карте проводятся изобары — линии, соединяющие места с одинаковым давлением. Затем выделяются области с туманами, дождями и снегопадами и, наконец, выявляются атмосферные фронты (см. стр. 197). В таком виде карта закончена и называется рабочей синоптической картой. По таким картам синоптики составляют прогнозы погоды.

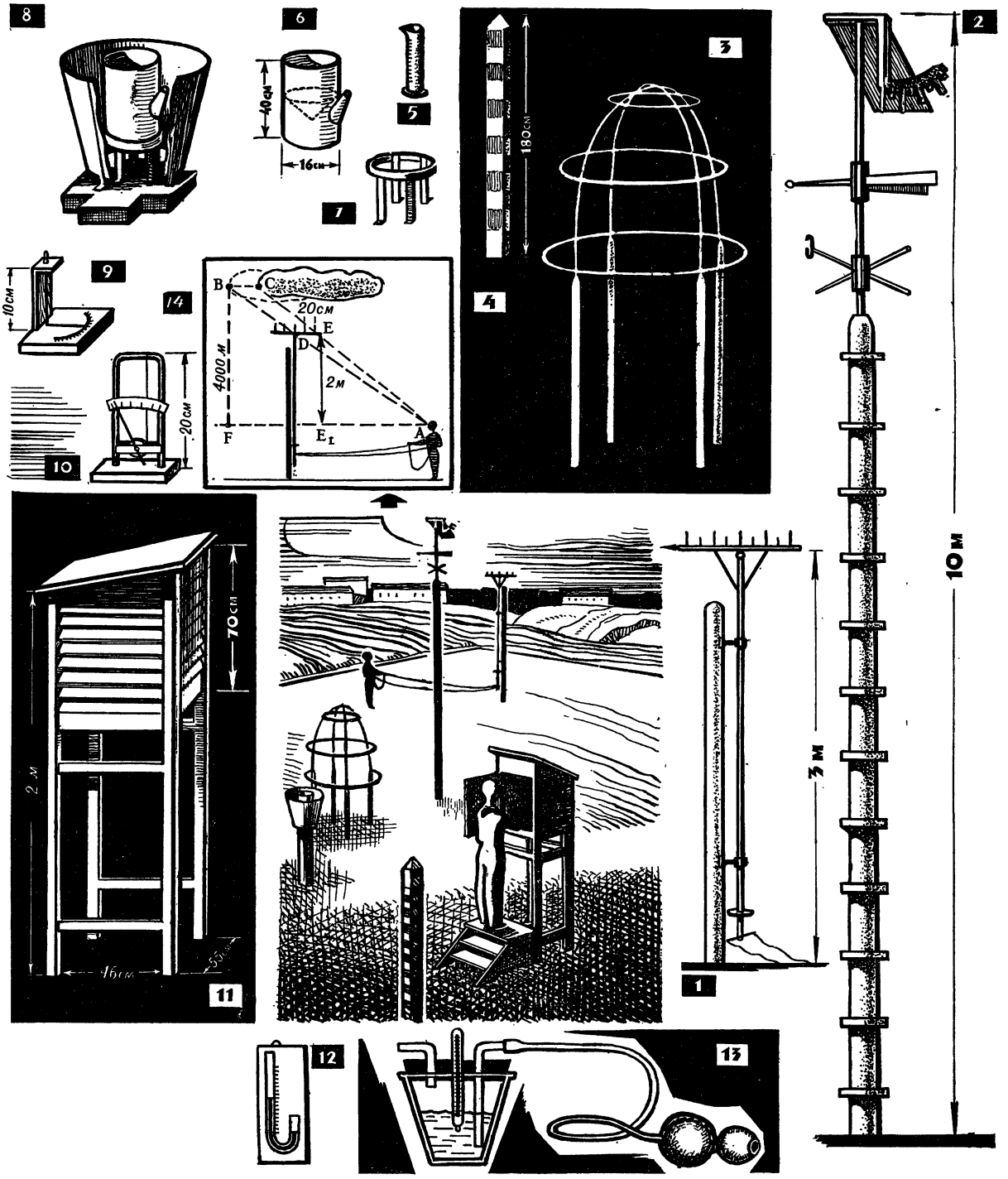


Синоптическая карта.

Надо много хорошо работающих метеорологических станций, чтобы получить все необходимые данные для прогноза. В наши дни Центральный институт прогнозов ежедневно составляет карту погоды всего земного шара.



Термограф биметаллический — самопишущий прибор для регистрации температуры воздуха: *1* — регулировочный винт; *2* — биметаллическая пластинка.



Школьная метеорологическая станция.

Метеорологические станции устраивают на географических площадках в школах. Они ведут наблюдения за погодой при помощи простейших приборов, изображенных на рисунке.

1. Грабельный нефоскоп. При помощи этого прибора определяют скорость движения облаков (рис. 14). Облако следует выбрать с резко очерченными краями. Для определения скорости движения облака берут в руки концы веревки и отходят на такое расстояние от столба, чтобы видеть зубцы граблей и наблюдаемую часть облака на одной линии. Стрелка граблей должна быть обращена в сторону движения облака. Наблюдатель становится так, чтобы отметка на

Гидрологические станции изучают состояние рек, морей, озер, болот. Данные наблюдений этих станций необходимы речникам, строителям мостов, энергетикам и т. д. — словом, всем, кто заставляет воду служить человеку.

На речных гидрологических станциях ведутся наблюдения за уровнем воды, чтобы вовремя предупредить о грозящем наводнении. Измерения делают с помощью простейших водомерных реек. В дно реки вбивается свая. На ней укрепляется рейка с делениями. На больших гидрологических станциях устанавливают самописцы уровня воды. Наблюдатель определяет сроки вскрытия и замерзания реки, что очень важно для навигации. Измеряет он также высоту и плотность снежного покрова во многих пунктах бассейна реки и ее притоках. Так определяются запасы снега в бассейне реки, от которых зависит сила весеннего паводка. Знать, какой силы бывают паводки на реке, очень важно строителям гидросооружений.

Гидрологические станции в течение года сообщают на гидроэлектростанции о количестве воды, поступающей в водохранилище. Эти сведения необходимы гидроэлектростанциям, так как их работа зависит от запасов воды в водохранилищах и от возможности пополнения сточными водами реки.

Ведутся наблюдения и за льдом. Особенно важно наблюдать за внутриводным льдом. Бывает так, что лед еще не идет по реке, а на гидростанции авария. В турбины перестала поступать вода. В чем дело? Оказывается, их забил внутриводный лед. Поэтому очень важно знать о его существовании заранее, чтобы оградить от него турбину. Толщина льда водоемов определяется с помощью рейки с подкосом (из железа). Рейка разделена на сантиметры. Для просверливания скважин в ледяном покрове применяется ледовый бур.

На морях работники гидрологических станций изучают силу и строение морских волн. Эти данные необходимы при постройке кораблей, портов, для защиты береговых сооружений от разрушающих действий волн. Скорость и направление морских течений на различных глубинах измеряют с помощью вертушек. Глубоководными термометрами на разных глубинах определяют температуру воды. Зная температуру воды в глубине и на поверхности, можно определить, где проходят теплые и холодные течения. Например, измеряя температуру воды в Баренцевом море, гидрологи следят за теплым течением Гольфстрим. Это дает возможность до навигации предсказать, как будут вести себя льды в Арктике на Северном морском пути. По температуре воды судят о том, где будут двигаться косяки рыбы. Ведь для ее переходов годится не всякая температура воды.

Для измерения уровня моря и непрерывной записи его колебаний на берегу устанавливаются м а р е о г р а ф ы. Действие этого прибора основано на записи вертикальных перемещений поплавка, всегда находящегося на поверхности воды. За уровнем моря следят для изучения его вековых колебаний, а также высоты приливов и отливов.

Все данные гидрологических наблюдений из разных концов страны поступают в Центральный институт прогнозов, где составляются гидрологические прогнозы (морские, речные, озерные, болотные и т. д.), которые необходимы народному хозяйству.

В воздушной оболочке Земли происходят многообразные процессы, которые иногда принимают форму грозных и величественных явлений.

Разбушевавшаяся воздушная стихия может причинить бедствия, поэтому люди стараются защититься от них, используя науку и технику.

■

стержне граблей (ее делают на высоте 2 *м* от верхнего конца) была на уровне его глаз. Когда крайняя точка наблюдаемого облака придется против крайнего зубца, надо заметить время по секундной стрелке часов и следить, когда эта же точка дойдет до следующего зубца. Исходя из подобия треугольников ABC и ADE, мы делаем вывод, что расстояние, пройденное облаком, во столько раз больше расстояния между зубцами (0,2 *м*), во сколько раз сторона AB треугольника ABC больше стороны AD. Далее по таблице определяется высота облака. Если, например, оно высоко-кучевое, то высота его будет 4000 *м*; поэтому $\frac{BF}{DE_1} = \frac{4000}{2}$. Зная, что $\frac{BC}{DE} = \frac{AB}{AD}$ и $\frac{BF}{DE_1} = \frac{AB}{AD}$, получаем $\frac{BC}{DE} = \frac{BF}{DE_1}$; отсюда узнаем, чему равняется BC; очевидно, что $BC = \frac{BF \cdot DE}{DE_1} = \frac{4000 \times 0{,}2}{2} = 400$ *м*. Зная время, за которое облако прошло это расстояние, вычисляем скорость движения облака. Направление движения отсчитывается по кругу с делениями (внизу прибора). *2.* Флюгер. *3.* Нефоскопическая сетка для определения количества и положения облачных масс на небе. Наблюдатель помещается внутри сетки и, пользуясь ее десятью секторами, отсчитывает на глаз количество облаков в баллах. Каждая десятая часть небесного свода, покрытая облаками, соответствует оценке облачности в 1 балл. Если полнеба закрыто облаками, то ставят 5 баллов. *4.* Снегомерная рейка для определения высоты снежного покрова. *5.* Мензурка. *6.* Осадкомер. *7.* Подставка для осадкомера. *8.* Осадкомер с защитной воронкой. *9.* Гигроскоп — самодельный прибор для приблизительного определения влажности воздуха. *10.* Волосной гигрометр. *11.* Метеорологическая будка. *12.* Сифонный ртутный барометр. *13.* Гигрометр для определения точки росы.

ГРОЗНЫЕ И ВЕЛИЧЕСТВЕННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ

ГРОЗЫ

Г р о з о й называются разряды атмосферного электричества в форме молний, сопровождаемые громом.

Гроза — одно из наиболее величественных явлений в атмосфере. Особенно сильное впечатление производит она, когда проходит, как говорят, «прямо над головой». Удар грома следует за ударом одновременно со вспышками молнии при ураганном ветре и сильном ливне.

Г р о м — это своеобразный взрыв воздуха, когда он под влиянием высокой температуры молнии (около 20 000°) мгновенно расширяется и затем сжимается от охлаждения.

Линейная молния — огромная электрическая искра длиной в несколько километров. Ее появление сопровождается оглушительным треском (громом).

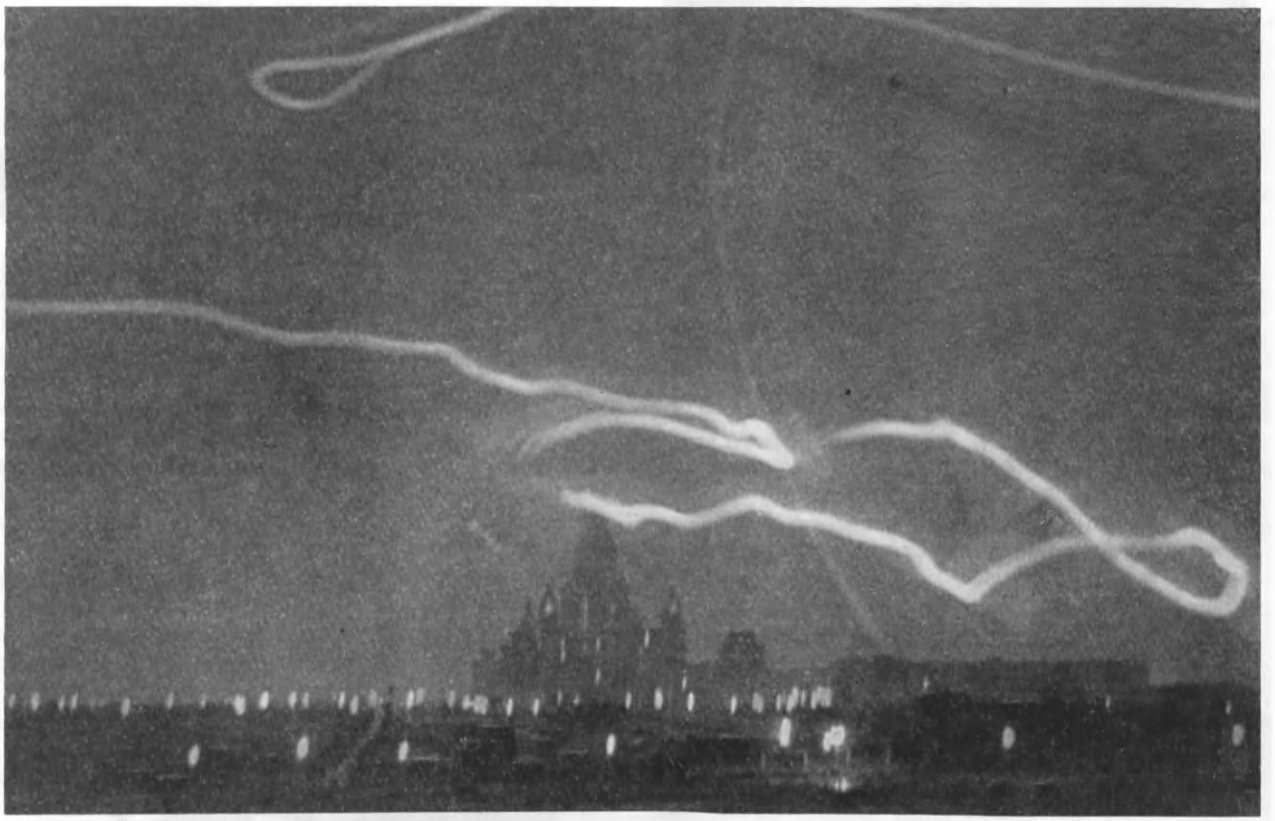
Ученые уже давно внимательно наблюдали и пытались изучить молнию. Ее электрическая природа была раскрыта американским физиком В. Франклином и М. В. Ломоносовым.

Когда образуется мощное облако с крупными дождевыми каплями, сильные и неровные восходящие потоки воздуха начинают дробить дождевые капли в его нижней части. Отделившиеся наружные частички капель несут в себе отрицательный заряд, а оставшееся ядро оказывается заряженным положительно. Мелкие капли легко уносятся потоком воздуха вверх и заряжают верхние слои облака отрицательным электричеством; крупные капли собираются внизу облака и заряжаются положительно. Сила разряда молний зависит от силы потока воздуха. Такова схема электризации облака. В действительности этот процесс гораздо сложнее.

Удары молнии нередко вызывают пожары, разрушают здания, портят линии электропередачи, нарушают движение электропоездов. Для борьбы с вредным действием молнии необходимо «поймать» ее и тщательно изучить в лаборатории. Сделать это нелегко: ведь молнии пробивают сильнейшую изоляцию и опыты с ней опасны. И тем не менее ученые блестяще справляются с этой задачей. Чтобы поймать молнию, в горных грозовых лабораториях устанавливают антенну длиной до 1 *км* между выступами гор или между горой и мачтами лаборатории. Молнии и ударяют в такие антенны. Одна из таких лабораторий у нас организована на Кавказе — в Бакуриани, где грозы наблюдаются наиболее часто.

Ударив в токоприемник, молния по тросу попадает в лабораторию, проходит через записывающие приборы-автоматы и немедленно уходит в землю. Автоматы заставляют молнию как бы «расписаться» на бумаге. Так удается измерить напряжение и силу тока молнии, продолжительность электрического разряда и многое другое.

Оказалось, что молния имеет напряжение в 100 и более миллионов вольт, а сила тока доходит до 200 тыс. ампер. Для сравнения укажем, что в линиях передач электрической энергии используются напряжения в десятки и сотни тысяч вольт, а сила тока выражается сотнями и тысячами ампер. Но в одной молнии количество электричества невелико, так как ее продолжительность обычно исчисляется малыми долями секунды. Одной молнии хватило бы



Гроза над Москвой.

на питание только 100-свечовой лампочки в течение суток.

Однако применение «улавливателей» заставляет ученых ждать ударов молнии, а они ведь не так уж часты. Для исследований гораздо удобнее создавать искусственные молнии в лабораториях. При помощи специальной аппаратуры ученым удалось получить на короткое время напряжение электричества до 5 млн. вольт. Разряд электричества давал искры до 15 *м* длиной и сопровождался оглушительным треском.

Изучать молнии помогает фотография. В темную ночь направляют объектив фотоаппарата на грозовое облако и оставляют на некоторое время камеру открытой. После вспышки молнии объектив фотоаппарата закрывают, и снимок готов. Но такая фотография не дает картины развития отдельных частей молнии, поэтому применяют особые вращающиеся фотокамеры. Необходимо, чтобы механизм аппарата при съемке вращался достаточно быстро (1000—1500 оборотов в минуту), тогда на снимке проявятся отдельные части молнии. Они покажут, в каком направлении и с какой скоростью развивался разряд.

Различают несколько типов молнии.

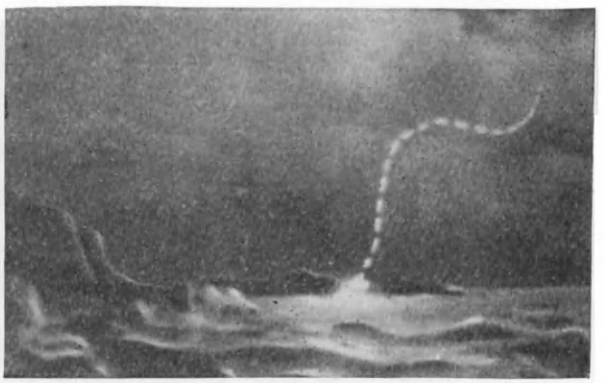
Плоская молния имеет вид электрической вспышки на поверхности облаков.

Линейная молния — гигантская электрическая искра, очень извилистая и с многочисленными отростками. Длина такой молнии 2—3 *км*, но бывает до 10 *км* и больше. Линейная молния обладает большой силой. Она расщепляет высокие деревья, иногда поражает людей, а при ударе в деревянные строения часто вызывает пожары.

Четочная молния — светящаяся пунктирная молния, пробегающая на фоне облаков. Это очень редкая форма молнии.

Ракетообразная молния развивается очень медленно, разряд ее продолжается 1—1,5 секунды.

Наиболее редкая форма молнии — ш а р о-



Четочная молния похожа на траекторию трассирующей пули. Движение «четок» молнии можно видеть невооруженным глазом.

в а я. Это круглая светящаяся масса. В закрытом помещении наблюдали шаровую молнию величиной с кулак и даже с голову, а в свободной атмосфере диаметром до 20 *м*. Обычно шаровая молния исчезает бесследно, но иногда она взрывается со страшным треском. При появлении шаровой молнии слышен свистящий или жужжащий звук, она как бы кипит, разбрасывая искры; после ее исчезновения в воздухе часто остается дымка. Продолжительность шаровой молнии от секунды до нескольких минут. Движение ее связано с воздушными течениями, но в некоторых случаях она перемещается самостоятельно. Шаровые молнии возникают в сильные грозы.

Объяснение шаровой молнии найдено лишь в последние годы. Шаровая молния возникает под воздействием разряда линейной молнии, когда в воздухе происходят ионизация[1] и диссоциация[2] объема обыкновенного воздуха. Оба эти процесса сопровождаются поглощением огромного количества энергии. Шаровая молния в сущности не имеет права называться молнией: ведь это просто раскаленный и заряженный электрической энергией воздух. Сгусток заряженного воздуха постепенно отдает свою энергию свободным электронам окружающих слоев воздуха. Если шар свою энергию отдает на свечение, то он просто исчезает: превращается снова в обыкновенный воздух. Когда же на своем пути шар встречает какие-либо вещества, действующие как возбудители, он взрывается. Такими возбудителями могут быть окиси азота и углерода в виде испарений, пыли, сажи и т. д.

Температура шаровой молнии около 5000°. Подсчитано также, что энергия взрыва вещества шаровой молнии в 50—60 раз превышает энергию взрыва бездымного пороха.

При сильных грозах бывает очень много молний. Так, во время одной грозы наблюдатель за 15 минут насчитал 1 тыс. молний. Во время одной грозы в Африке за час отметили 7 тыс. молний.

Чтобы предохранить здания и другие сооружения от молнии, применяется громоотвод, или, как теперь правильно называют, молниеотвод. Это — металлический стержень, соединенный с надежно заземленным проводом.

Для защиты от молнии не становитесь под высокими деревьями, особенно одиноко стоящими, так как молния часто ударяет в них. Очень опасен в этом отношении дуб, потому что его корни глубоко уходят в грунт. Никогда не надо укрываться в стогах сена и снопах. В открытом поле, особенно на возвышенных местах, при сильной грозе идущий человек подвергается большой опасности поражения молнией. В таких случаях рекомендуется сесть на землю и переждать грозу.

Молниеотвод для защиты от ударов молнии. Металлический стержень установлен на крыше здания и соединен с толстым проводом, уходящим в землю. Для лучшего рассеивания электричества провод в земле надежно соединяется с металлическим листом.

[1] При ионизации нейтральные атомы приобретают электрический заряд.

[2] Диссоциацией называется процесс, при котором молекулы распадаются на отдельные атомы.

Перед началом грозы необходимо уничтожить сквозняки в помещении и закрыть все дымоходы. В сельских местностях не следует вести разговоры по телефону, особенно при сильных грозах. Обычно у нас сельские телефонные станции в это время прекращают соединение. Радиоантенны при грозе нужно всегда заземлять.

Если случится несчастье — кто-либо будет контужен молнией,— необходимо немедленно оказать пострадавшему первую помощь (искусственное дыхание, специальные вливания и т. д.). Кое-где существует вредный предрассудок, будто пораженному молнией можно помочь, закопав его тело в землю. Этого ни в коем случае нельзя делать: человек, пострадавший от молнии, особенно нуждается в усиленном притоке воздуха к телу.

ЛИВНИ

Грозы, как правило, сопровождаются ливнями. Но бывают ливни и без гроз. Л и в н е м называется дождь такой силы, когда в одну минуту выпадает более 1 *мм* осадков.

Ливни могут в некоторых случаях вызвать настоящие бедствия. В июле 1882 г. у станции Кукуевка Курской ж. д. разразился ливень с сильной грозой. Несколько часов дождь лил как из ведра. При этом выпало 158 *мм* осадков, или по 140 тыс. ведер воды на каждый гектар. Потоками воды размыло железнодорожную насыпь. В результате произошло крушение почтового поезда. Было много жертв.

Сила ливней возрастает от высоких широт к экватору В северных районах Европейской части СССР наибольшая интенсивность ливней не превышает 1,5 *мм/мин*, в районах средней полосы — 2,5 *мм*. В горах Кавказа наблюдались ливни интенсивностью 5—6 *мм/мин*. Еще более интенсивны тропические ливни. Иногда за сутки выпадает более 1000 *мм* осадков! Это почти в два раза больше, чем выпадает осадков в Москве за целый год.

Ливни вызывают необычный подъем воды в реках и сильные наводнения. Много несчастий приносят ливни в горах. Всем известна страшная сила течения горных рек, особенно после ливней. Огромные скалы обрушиваются с гор в долины, сносятся целые поселки, плодородные долины засыпаются камнями.

Ливни в горах могут вызвать грязевые или грязе-камневые потоки — так называемые с е л и.

Для защиты от наводнения на берегах больших рек обычно сооружают огромные дамбы.

В нашей стране создаются защитные лесные полосы, предохраняющие поля от губительного действия сточных вод, строят плотины и колоссальные водохранилища, которые помогают регулировать сток ливней и паводковых вод.

ПОЧЕМУ БЫВАЕТ ГРАД

Г р а д — это кусочки льда (обычно неправильной формы), которые выпадают из атмосферы с дождем или без него (сухой град). Град выпадает преимущественно летом из очень мощных кучево-дождевых облаков и обычно сопровождается грозой. В жаркую погоду градины могут достигать величины голубиного и даже куриного яйца.

Сильнейшие градобития известны еще с древнейших времен по летописям. Случалось, что не только отдельные районы, но даже целые страны подвергались градобитиям. Такие явления бывают и в наши дни.

29 июня 1904 г. в Москве выпал крупный град. Вес градин достигал 400 *г* и более. Они имели слоистое строение (как у луковицы) и наружные шипы. Град падал отвесно и с такой силой, что стекла теплиц и оранжерей были словно прострелены ядрами: края образовавшихся отверстий в стеклах оказались совершенно гладкими, без трещин. В почве градины выбивали углубления до 6 *см*.

11 мая 1929 г. сильный град выпал в Индии. Встречались градины 13 *см* в диаметре и весом в килограмм! Это самый крупный град, когда-либо отмеченный метеорологией. На земле градины могут смерзаться в большие куски, чем и объясняются удивительные рассказы о размерах градин величиной с конскую голову.

История градины отражена в ее структуре. В разрезанной пополам круглой градине можно видеть чередование прозрачных слоев с непрозрачными. Степень прозрачности зависит от скорости замерзания: чем оно идет быстрее, тем менее прозрачен лед. В самом центре градины всегда видно ядро: оно похоже на зерно «крупы», которая часто выпадает зимой.

Скорость замерзания градин зависит от температуры воды. Вода замерзает обычно при 0°, но в атмосфере дело обстоит иначе. В воздушном океане капли дождя могут оставаться в переохлажденном состоянии при очень низких температурах: минус 15—20° и ниже. Но стоит

только переохлажденной капле столкнуться с кристалликом льда, как она мгновенно замерзнет. Это уже зародыш будущей градины. Возникает он на высотах более 5 *км*, где и летом температура ниже нуля. Дальнейший рост градины происходит при иных условиях. Температура градины, падающей под действием собственной тяжести из высоких слоев облака, ниже температуры окружающего воздуха, поэтому на градине оседают капельки воды, и водяной пар из которых состоит облако. Градина начнет укрупняться. Но пока она мала, и даже умеренный восходящий поток воздуха подхватывает ее и несет в верхние части облака, где холоднее. Там она охлаждается и при ослаблении ветра начинает снова опускаться. Скорость восходящего потока то усиливается, то уменьшается. Поэтому градина, совершив несколько раз «путешествие» вверх и вниз в мощные облака, может вырасти до значительных размеров. Когда она отяжелеет настолько, что восходящий поток уже не в состоянии будет ее поддерживать, градина упадет на землю. Иногда с края тучи выпадает «сухой» град (без дождя), где восходящие потоки значительно ослабли.

Итак, для образования крупного града нужны очень сильные восходящие потоки воздуха. Для поддержания в воздухе градины диаметром в 1 *см* необходим вертикальный поток со скоростью 10 *м/сек*, для градины диаметром в 5 *см* — 20 *м/сек* и т. д. Такие бурные потоки были обнаружены в градовых облаках нашими летчиками. Еще большие скорости — ураганные — зафиксированы кинокамерами, которые с земли снимали растущие вершины облаков.

Ученые с давних пор пытались найти средства для рассеивания градовых туч. В прошлом столетии были построены пушки для стрельбы по тучам. Они выбрасывали в высоту вихревое дымовое кольцо. Предполагали, что вихревые движения в кольце могут помешать образованию града в туче. Оказалось, однако, что, несмотря на частую стрельбу, град продолжал выпадать из градовой тучи с прежней силой, так как энергия вихревых колец была ничтожна. В наши дни эта задача принципиально решена, и главным образом усилиями советских ученых.

ШТОРМЫ, УРАГАНЫ, ТАЙФУНЫ

Легкие или умеренные ветры иногда усиливаются до шторма (бури) или урагана.

Ш т о р м о м (бурей) называется продолжительный сильный ветер, скорость которого превышает 15 *м/сек* по ветровой шкале, принятой в мореплавании и метеорологии.

На суше такие ветры бывают сравнительно редко: ветер встречает неровности земной поверхности и много других препятствий и не может достигнуть такой силы, как в открытом море. Чем сильнее ветер, тем он более порывист. Во время бури порывы ветра иногда в полтора-два раза превышают средние скорости и могут вызвать разрушения.

Так как сильные бури бывают на суше сравнительно редко, а чаще случаются на морях и океанах, то им присвоены морские названия. Ветер в 8 баллов называется штормом, в 10 баллов — сильным штормом, а в 11 баллов — жестоким штормом.

У р а г а н о м называется буря, когда скорость ветра превышает 24 *м/сек* (12 и более баллов).

Все бури, как бы они ни назывались, возникают по одной и той же причине — из-за большой разности давлений атмосферы на близких расстояниях. Чаще всего бури связаны с атмосферными вихрями-циклонами (см. стр. 196). Если давление в центре циклона очень низкое по сравнению с его окраинами, то возникает большая разность давлений, вызывающая штормовые ветры.

Штормовые циклоны (до 12 баллов) в средних широтах бывают редко: один раз в 8—10 лет.

Обычная скорость движения циклонов — 30—40 *км/час*; но бывает и более 80 *км/час*. Жестокий ураган при скоростях ветра до 60 *м/сек* (220 *км/час*) пронесся в начале сентября 1961 г. над южным побережьем США. Особенно пострадал г. Галвестон (северо-западное побережье Мексиканского залива). Он был почти полностью разрушен. Ветром унесло в море деревянные дома, амбары, сараи. Ураган разрушил электростанцию. Рухнуло здание суда, в котором укрывалось от стихии более 100 жителей города. Большинство окон в зданиях было выбито. Ливень залил некоторые районы города водой, уровень которой превышал 1 *м*. Бедствие усилилось еще и тем, что массы смертоносных гремучих змей и водяных щитомордников заполнили дороги, которые использовались для спасения пострадавших. Было много человеческих жертв. Город опустел: из 75 тыс. жителей в нем осталось лишь 15 тыс.

Особенно страшны циклоны, образующиеся в тропических широтах. Тропические циклоны вызываются теми же причинами, что и циклоны

Ветровая шкала Бофорта. Сила ветра измеряется в баллах. Один балл соответствует скорости ветра примерно 2 *м/сек*. 0 — штиль. На судне спущены паруса. Дым днем поднимается вертикально. Вымпел опущен. Листья на деревьях неподвижны.

1—2 балла — легкий ветер.

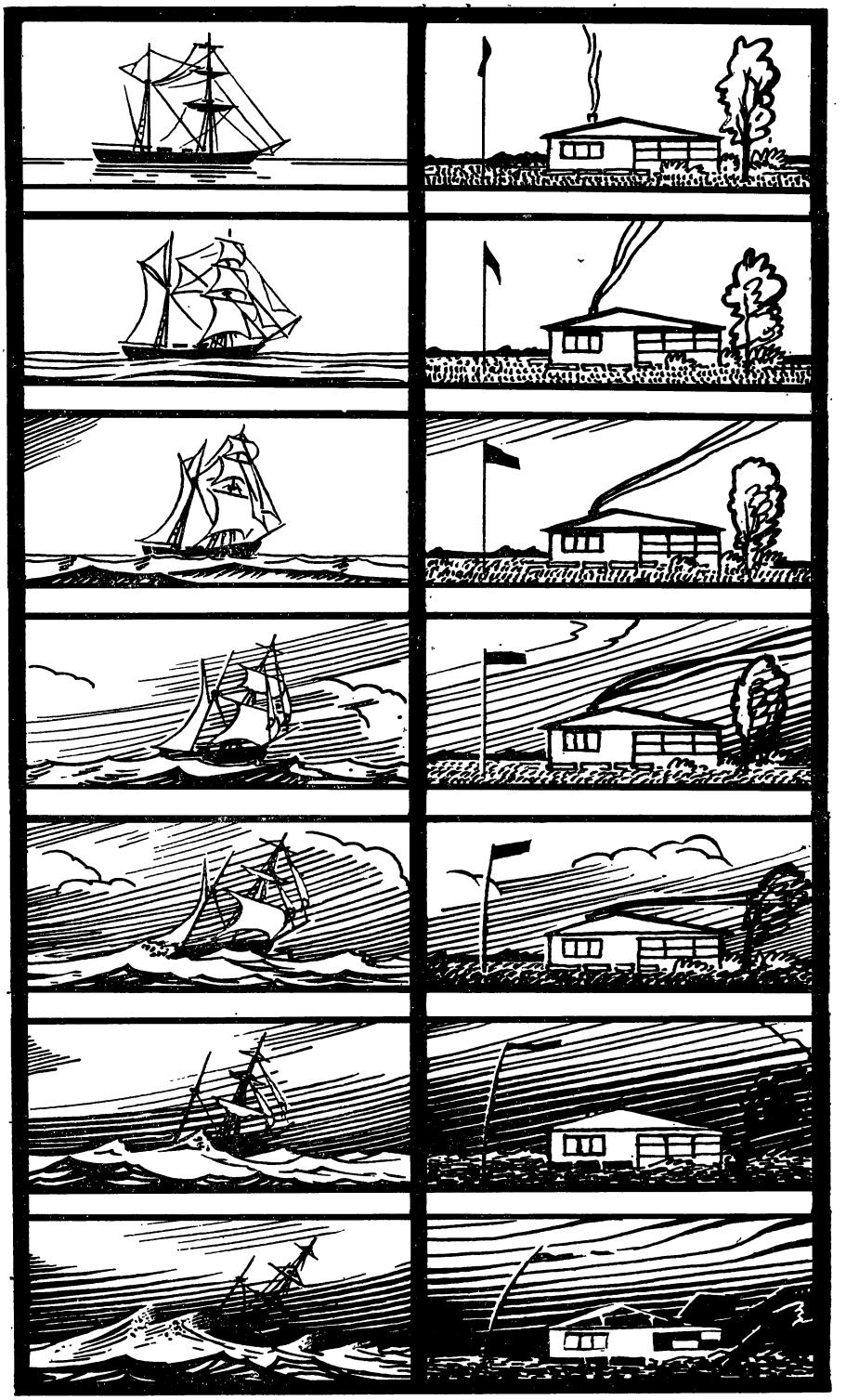
3 балла — слабый ветер.

4 балла — умеренный ветер.

5—7 баллов — сильный ветер.

8—11 баллов — шторм.

12 баллов — ураган. На судне убирают все паруса. Ветер срывает крыши с домов.



наших широт, но они меньше размером и в поперечнике достигают всего 200—300 *км*. Зато разница в давлении воздуха здесь колоссальная, иногда 20 *мб* на 100 *км*. Поэтому скорость ветра достигает силы урагана. Циклоны сопровождаются мощной грозовой облачностью, сильными ливнями и огромными океаническими волнами. Эти циклоны возникают сравнительно редко — от 5 до 15 раз в году.

Тропические циклоны зарождаются обычно между 6 и 20° с. и ю. ш. Над Тихим океаном они наиболее часто возникают восточнее Филиппинских о-вов.

Над Атлантическим океаном циклоны появляются чаще всего в районе о-вов Зеленого Мыса и Антильских.

Первые признаки приближения тропического циклона появляются на небе. Еще накануне при восходе или заходе солнца небо ярко-красного цвета. Это окрашиваются солнцем высокие и легкие перистые облака, движущиеся впереди наступающего циклона. Постепенно, по мере приближения циклона, небо становится медно-красным. На горизонте появляется темная полоса. Затихает ветер. В душном, жарком воздухе наступает зловещая тишина. Морские птицы поспешно собираются в стаи и улетают в глубь континента. Барометр начинает падать за 24 часа или даже за 48 часов до наступления бури. Чем быстрее снижается давление, тем скорее и тем сильнее будет буря.

В центре тропического циклона всегда бывает область затишья диаметром 20—30 *км*. Проясняется небо, светит солнце, стихает ветер, но по-прежнему ходят волны разбушевавшегося океана. Моряки назвали такую область «глазом бури». В этой небольшой зоне воздух сдавлен со всех сторон ураганными ветрами, стремящимися к центру циклона. Нисходящие потоки воздуха в центре циклона рассеивают облачность.

Разрушения, производимые тропическим циклоном, зависят не только от непосредственного действия ветра, но и от волнения на море: огромные волны, набегая на низкие берега, также разрушают строения, смывают поселки и даже целые города. Ураган выбрасывает на берег большие суда.

В сентябре 1961 г. грозный тайфун (так называют тропические циклоны в Юго-Восточной и Восточной Азии) под названием «Ненси» пронесся над Тихим океаном. Он возник в районе Маршалловых о-вов. Вначале тайфун стремительно перемещался на запад. В центре циклона наблюдалось очень низкое давление. 13 сентября, например, оно понизилось до 888,5 *мб*, ниже самого низкого давления, которое когда-либо отмечалось метеорологами. Скорость ветра в тайфуне превышала 80 *м/сек* (до 300 *км/час*). 15 сентября «Ненси» подошел к берегам Японии — о-ву Кюсю. В течение последующих дней тайфун прошел вдоль Японских о-вов к северо-востоку. Он причинил большие бедствия: погибло около 150 человек и было ранено более 2 тыс. человек. 450 тыс. домов оказалось затоплено и разрушено, прорваны дамбы и уничтожены мосты. Сильные ливни и океанические волны вызвали наводнения, обвалы и оползни. Циклон пересек о-в Хоккайдо, вышел в Охотское море и охватил южную часть Сахалина. Здесь со многих домов были сорваны крыши, разрушены печные трубы, разбиты окна. На своем пути тайфун ломал деревья, валил телеграфные столбы, рвал провода. На море разыгрался сильный шторм. Однако суда, находившиеся в угрожаемом районе, были заблаговременно предупреждены Службой погоды и ушли в укрытия.

ШКВАЛЫ

Ш к в а л о м называют внезапное усиление ветра до бури с резким изменением направления. Шквальный ветер нередко сравнивают с ударом ветра: настолько велики бывают разрушения, которые производит шквал в несколько минут. По силе шквальный ветер не только не уступает бурям, но даже превосходит их.

На изучение природы шквалов было обращено особое внимание в конце прошлого века, после катастрофы в 1878 г. с английским военным фрегатом «Эвридик». Судно возвращалось из дальнего плавания. На пристани толпились встречающие. «Эвридик» показался на горизонте, с каждой минутой вырисовываясь все яснее и яснее. Когда до берега оставалось каких-нибудь 2—3 *км*, внезапно налетел шквал. Люди на пристани были сбиты с ног ветром. Масса мокрого снега закрыла весь горизонт, превратив день в ночь. Море закипело и покрылось огромными валами. Продолжалось это не более пяти минут. Затем ураганный ветер внезапно стих, перестал идти снег, прояснилось небо. Но от фрегата не осталось и следа. Тщетно всматривались люди в море. Там было пусто. Фрегат «Эвридик» был опрокинут ветровым уда-

ром и моментально затонул со всем экипажем. Только через несколько дней после шквала водолазы нашли корабль на дне моря у входа в бухту. Когда были собраны сведения из разных мест о происшедшем урагане, то оказалось, что он шел с громадной скоростью — 90 *км/час* — очень узкой (2—3 *км* ширины) полосой. Длина ее превышала 700 *км*.

Теперь уже хорошо известно, какие причины порождают такой внезапный ураганный ветер. Шквал возникает при вторжении холодных масс воздуха в теплые. Холодный воздух при вторжении вытесняет теплый, заставляя его быстро подниматься. При охлаждении теплого воздуха вверху образуются кучево-дождевые облака, разражающиеся ливнем, градом, шквалом, который всегда идет длинной узкой полосой, обычно от 1 до 6 *км* шириной. Ветер резко меняет свое направление, иногда даже на противоположное, и усиливается.

Шквальное облако имеет очень характерный вид: оно черное, с рваными краями, как бы когтями, спускающимися вниз, и белой завесой дождя в глубине облака. Это облако идет низко над землей; нижний его край все время меняет форму.

Уже по внешнему виду облака наблюдатель может догадаться о предстоящем шквале.

Чтобы предвидеть шквалы, необходимо следить по ежедневным картам погоды за холодными фронтами. Определяя их передвижение, можно своевременно предупредить районы, которым угрожает шквал.

Смерч — вихрь диаметром 100—300 *м*, иногда более километра — передвигается вместе с облаком со скоростью 40—50 *км/час*.

СМЕРЧИ (ТОРНАДО, ТРОМБЫ)

В природе иногда бывает так, что все затихает, но это затишье перед бурей. Приближается огромная мрачная туча. Гром гремит все сильнее и сильнее. И вдруг из-за завесы дождя с правой стороны тучи начинает выдвигаться крутящийся вал. Извиваясь, как змея, он подходит к краю тучи, изгибается и направляется вниз к земле. Вот он опускается все ниже и ниже. Навстречу ему с земли поднимается крутящийся столб пыли, образуется фигура, похожая на хобот гигантского слона. Внутри «хобота» воздух вращается с огромной скоростью и одновременно по спирали быстро поднимается вверх. «Хобот» не стоит на одном месте, он все время перемещается. Когда «хобот» приближается к месту наблюдения, то по летающим веткам, сучьям, а иногда и бревнам можно судить об ураганной скорости вращения воздуха. Через 1—2 минуты вихрь умчится и начнется обычная гроза с сильным ливнем.

Такой вихрь называется смерчем. Он почти всегда связан с грозой. Скорость ветра внутри смерча достигает 100 и более метров в секунду, намного превышая скорость жестоких ураганов. Вихрь может поднимать бревна, которые таранят здания. Диаметр смерча на водной поверхности бывает от 25 до 100 *м*, на суше больше — от 100 до 1000 *м*, а иногда и до 1,5—2 *км*. Видимая высота «хобота» достигает 800—1500 *м*.

В США и Мексике смерч называют т о р н а д о, а в Западной Европе — т р о м б о м. В сельских местностях США, где торнадо часты,

жители устраивают специальные погреба, куда прячутся, спасаясь от него. В нашей стране смерчи наблюдаются редко.

Ветер при прохождении смерча, даже на близком расстоянии от него, имеет ту же скорость, какая была до появления смерча. Иногда, в то время как смерч проносится через какую-либо местность, все разрушая на своем пути, на расстоянии нескольких десятков метров от него стоит почти полный штиль.

Сильное разрежение воздуха внутри смерча вызывает значительное падение температуры, что приводит к конденсации водяного пара, имеющегося в воздухе: поэтому «хобот» похож на облачный столб. Понижение давления вызывает и всасывающее действие смерча: он, как гигантский пылесос, захватывает разные предметы и переносит их на большие расстояния. Смерчи могут всасывать рыбу и выбрасывать ее на берег. «Рыбные дожди»— явление, которое раньше вызывало ужас у людей. Если смерч пройдет над болотом, которое «цветет» и имеет «ржавую воду», то он выбросит в соседнем районе «кровавый дождь».

Загадка происхождения смерчей еще окончательно не решена. Предполагают, что смерч зарождается в центральной части мощного грозового облака на высоте 3—4 *км*, где наблюдаются самые сильные восходящие потоки и происходят резкие скачки ветра как по направлению, так и по силе. Здесь находится «ось» вертикальных потоков. Если эти сильнейшие восходящие потоки будут «опрокинуты» еще более мощным горизонтальным течением воздуха, тогда образуется вихрь с горизонтальной осью. Сносимый горизонтальным течением, он как бы покатится вперед и начнет выходить из облаков. По законам механики такой вихрь должен стать кольцевым. И действительно, вихрь начинает изгибаться по обе стороны облака и спускаться до земли. Довольно часто наблюдается двухсторонний смерч, который опускает одновременно «хоботы» с левой и с правой стороны от облака.

ГАЛО́

Когда небо покрывается тонким слоем перистых облаков, состоящих из ледяных кристаллов, около солнца и луны образуются круги, венцы и столбы, называемые г а л о́.

Радужный круг, в центре которого находится солнце или луна, внутри бывает окрашен красным, а снаружи синеватым цветом. Появление радужного круга объясняется тем, что в воздухе плавают кристаллы льда в форме шестигранной призмы. Лучи света, проходя через эти призмы, разлагаются на красные, зеленые, синие и другие: они-то и дают радужную окраску кругу.

Круги около солнца или луны могут служить важным местным признаком перемены погоды, так как перистые облака, дающие гало́, обычно предшествуют появлению циклона.

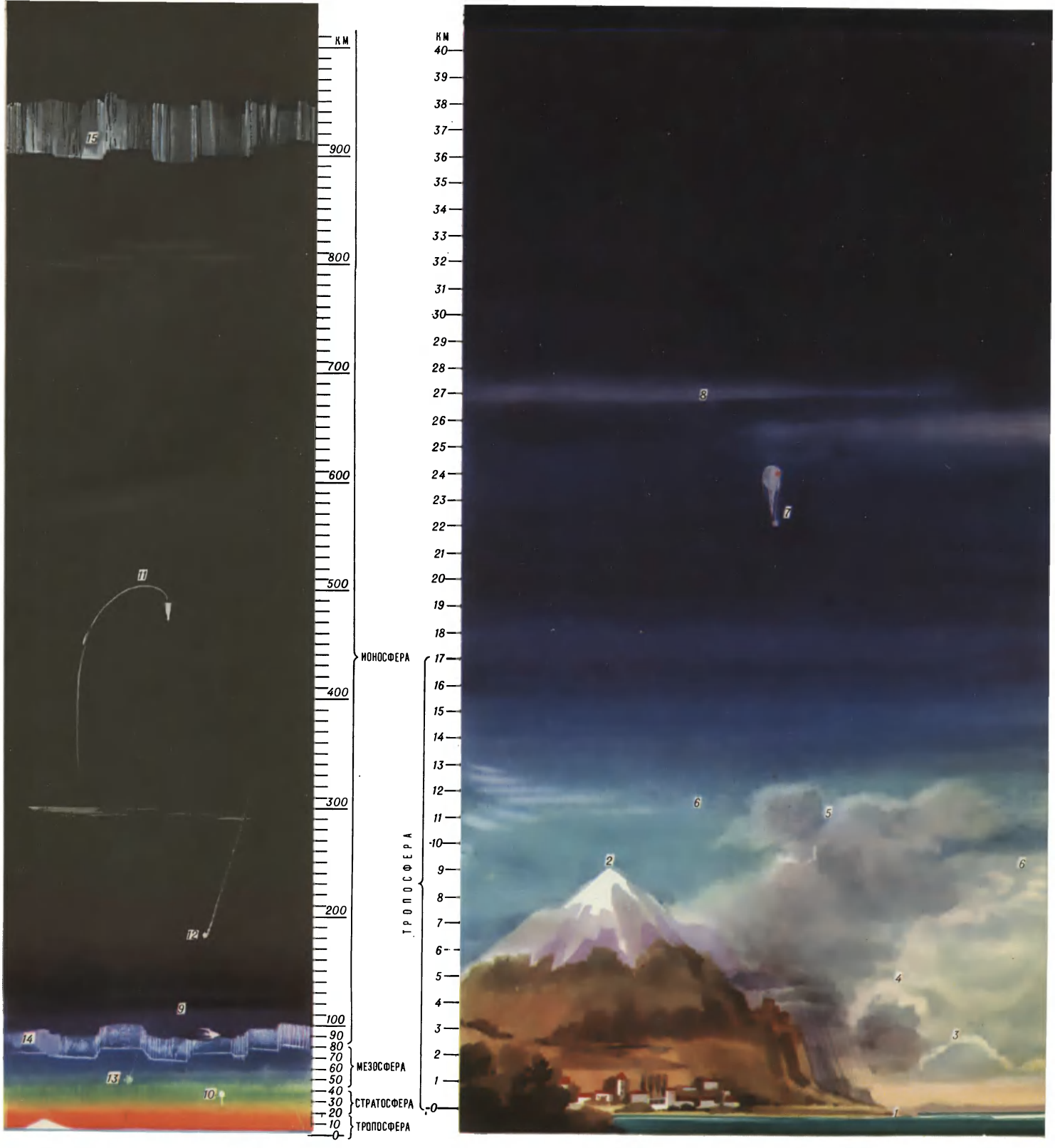
Цветные кольца вокруг светил называют венцами. Окраска венцов отлична от окраски кругов: внутри синеватый, а снаружи красный цвет. Так как в ослепительных лучах солнца наблюдение без специальных приспособлений невозможно, то венцы простым глазом видны только вокруг луны. Они возникают, когда лучи света проходят через тесные промежутки между ледяными кристаллами или капельками воды, из которых состоит облако. Оказалось, что чем больше частички облака, тем меньше диаметр венца. Отсюда можно заключить, что при появлении очень малых венцов (в виде ореола) в воздухе плавают в большом количестве крупные частицы (кристаллы льда или капли воды) и поэтому надо ожидать осадков.

В некоторых случаях во время восхода или захода солнца или луны видны белые вертикальные столбы над светилами. Они получаются при отражении лучей от граней горизонтально расположенных призм ледяных кристаллов, из которых состоят перистые облака. Когда ледяные кристаллы медленно падают в воздухе, то возникает не одно светлое пятно, а светящийся столб.

В сильные морозы иногда наблюдаются два столба по обе стороны солнца. В это время в воздухе внизу реют ледяные иглы, поблескивая в лучах солнца («алмазная пыль»). Столбы указывают на продолжение сильных морозов.

РАДУГА

Явление радуги всем известно. Когда солнце у горизонта, мы видим полный полукруг; когда же солнце высоко — только часть радуги у горизонта. Если солнце стоит над горизонтом выше 45° (днем и летом), то радуга не видна, так как она уходит за горизонт, однако ее можно обнаружить с самолета: она проектируется на земную поверхность. Иногда наблюдаются даже двойные радуги. Радугу можно видеть и при луне, но она кажется нам белой, так как свет



СТРОЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

1. Уровень моря. *2.* Вершина высочайшей горы Джомолунгма (Эверест — 8848 *м*). *3.* Кучевые облака. *4.* Сложные кучевые облака. *5.* Грозовые облака (1—13 *км*). *6.* Перистые облака (8—13 *км*). *7.* Максимальная высота, достигнутая стратостатом «Осоавиахим» (22 *км*). *8.* Перламутровые облака (22—30 *км*). *9.* Максимальная высота, достигнутая самолетом (94 *км*). *10.* Максимальная высота подъема радиозондов и шаров зондов (38—40 *км*). *11.* Максимальная высота подъема ракеты. *12.* Метеоры возгорают на высоте 100—160 *км*. *13.* Метеоры затухают на высоте 40—60 *км*. *14.* Нижняя граница полярного сияния (80 *км*). *15.* Верхняя граница полярного сияния (900 *км*).

ВИДЫ ОБЛАКОВ

1. Слоисто-кучевые облака. Средняя высота от поверхности земли 1—2 *км*. *2.* Кучево-дождевое (грозовое) облако с «наковальней». Нижнее основание на высоте 1—2 *км*. *3.* Высокослоистые облака. Средняя высота 2—5 *км* от поверхности земли. *4.* Кучевые облака хорошей погоды. Нижнее основание облаков обычно находится на высоте 0,5—1,5 *км*. *5.* Перистые и перисто-слоистые облака. Средняя высота перистых облаков от поверхности земли 7—10 *км*, перисто-слоистых — 6—8 *км*. *6.* Низкие облака плохой погоды (разорванно-дождевые). Высота — 0,5 *км* от поверхности земли.

МЕСТНЫЕ ПРИЗНАКИ ПОГОДЫ

Местными признаками погоды называются такие явления в атмосфере, которые служат предвестниками изменения или сохранения погоды. По местным признакам можно дать прогноз погоды на несколько часов вперед (6—12 часов), иногда на сутки. При составлении прогноза погоды необходимо руководствоваться следующими правилами:

1. Никогда не составлять прогноз только по одному местному признаку; нужно обязательно сделать несколько разнородных наблюдений и сравнить их. *2.* Если все подмеченные признаки дают согласные указания, то прогноз погоды приобретает большую вероятность. *3.* Если различные признаки противоречат друг другу, следует обратить внимание, какие из них выражены ярче и какой прогноз согласуется с наибольшим числом признаков. Обычно в таких случаях погода остается без изменений. *4.* Признаком изменения погоды служит поведение некоторых животных, птиц и растений. Многие из них чувствуют изменение атмосферного давления и влажности воздуха, скопление атмосферного электричества перед грозой. Но такие приметы мы можем считать достоверными, когда совершенно ясны причины поведения животных, птиц и насекомых.

ПРИЗНАКИ УХУДШЕНИЯ ПОГОДЫ

1. При закате солнца на западе видны полосы перистых облаков, которые кажутся выходящими из одной точки горизонта.

2. Разные облака двигаются навстречу друг другу. Днем ясно, но к вечеру облака начинают опускаться и утолщаться. На берегу моря или большого озера исчезают бризы. Утренняя заря отличается особенно ярким красным цветом. Роса вечером и ночью не образуется. Около солнца или луны появляются большие цветные круги.

3. Солнце садится в сплошной слой перистых облаков.

4. Перистые облака в виде крючков или «кошачьих» хвостов быстро движутся с западной половины неба.

5. Ветер к вечеру не стихает, а усиливается.

6. После появления быстро движущихся перистых облаков небо покрывается прозрачным (как вуаль) слоем перисто-слоистых облаков. Они видны в форме кругов около солнца или луны.

7. На небе одновременно видны облака всех ярусов: кучевые, «барашки», волнистые и перистые.

8. Если очень большое кучевое облако переходит в грозовое и в верхней части от него отходят метлы перистых облаков или облако расширяется в виде шатра, гриба, то следует ожидать града.

9. Утром появляются кучевые облака, которые растут и к полудню принимают форму высоких башен или гор.

10. Когда приближается грозовое облако, по краям которого заметны характерные белые полосы, а за ними разорванные облака пепельного цвета, то следует ожидать града.

11. Днем душно — сильно «парит». На листьях конского каштана выступают капельки сока — «слезы». С листьев осокоря стекают капли воды.

12. Крупные цветы белой кувшинки (они располагаются на поверхности воды в довольно глубоких водоемах) в облачную погоду закрываются перед дождем.

13. Перед наступлением дождливой погоды цветочные венчики чистотела заметно поникают.

14. Дым идет книзу или стелется по земле. С утра цветы одуванчика не раскрываются.

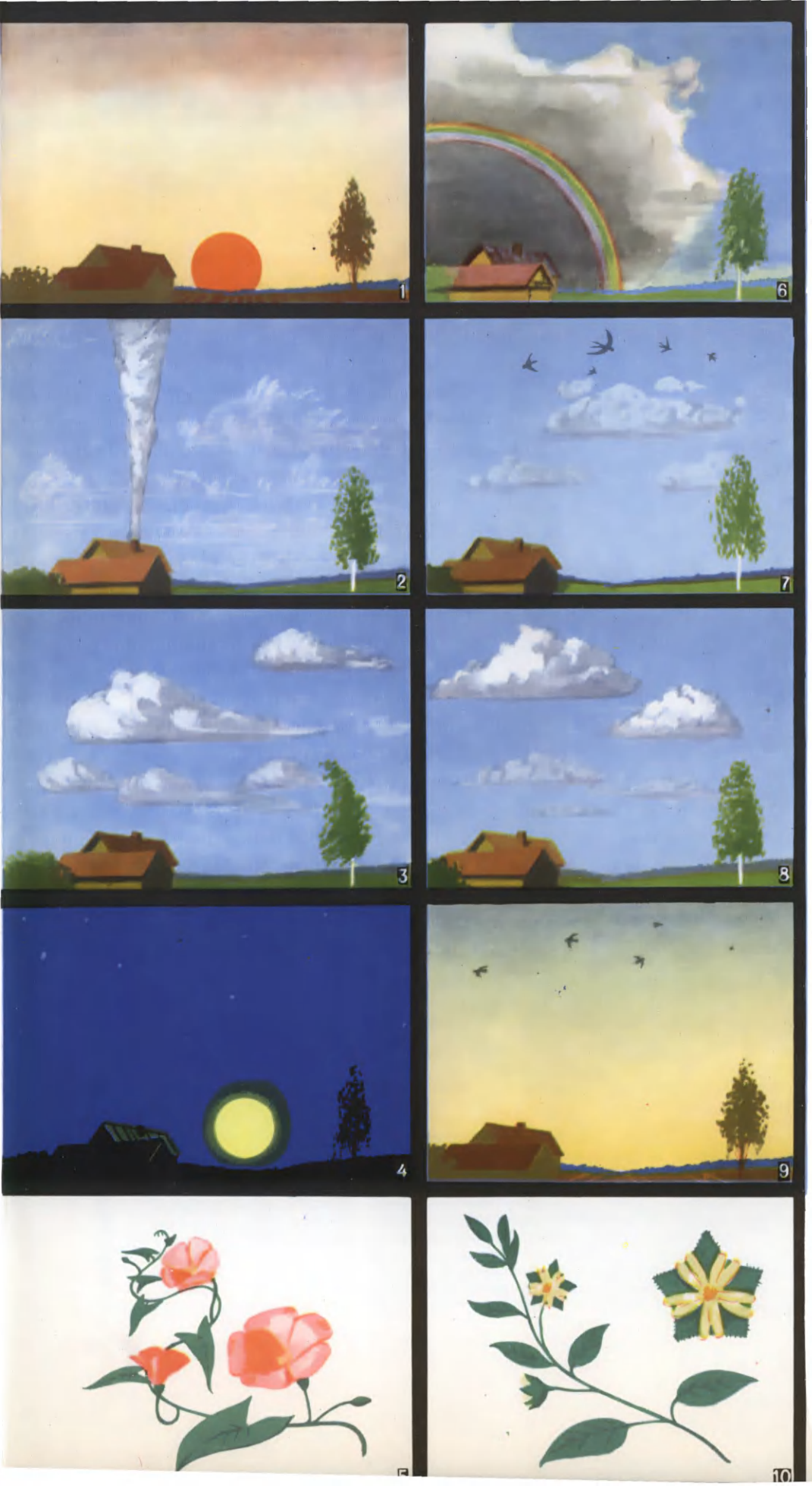
15. Луна окаймляется маленьким венчиком (гало́).

16. Ласточки и стрижи летают над самой землей.

17. Низко висящее основание грозовой тучи с разорванными облаками (в виде когтей) при очень высокой вершине говорит о приближении шквала.

18. Белые цветы сердечника лугового поникают перед наступлением ненастья, а также на ночь.

19. Цветочки красного лугового клевера свертываются в облачные дни, перед дождем и ночью.



ПРИЗНАКИ УЛУЧШЕНИЯ ПОГОДЫ

1. После ненастной погоды вечером появляется солнце, при закате нет облаков в западной половине неба.

2. Дым поднимается вверх.

3. Кучевые облака движутся в том же направлении, что и ветер у земли.

4. Ночью тихо и прохладно. В лесу значительно теплее, чем в поле. Луна садится при чистом небе.

5. Утро ясное. Навстречу солнцу широко раскрываются венчики полевого вьюна.

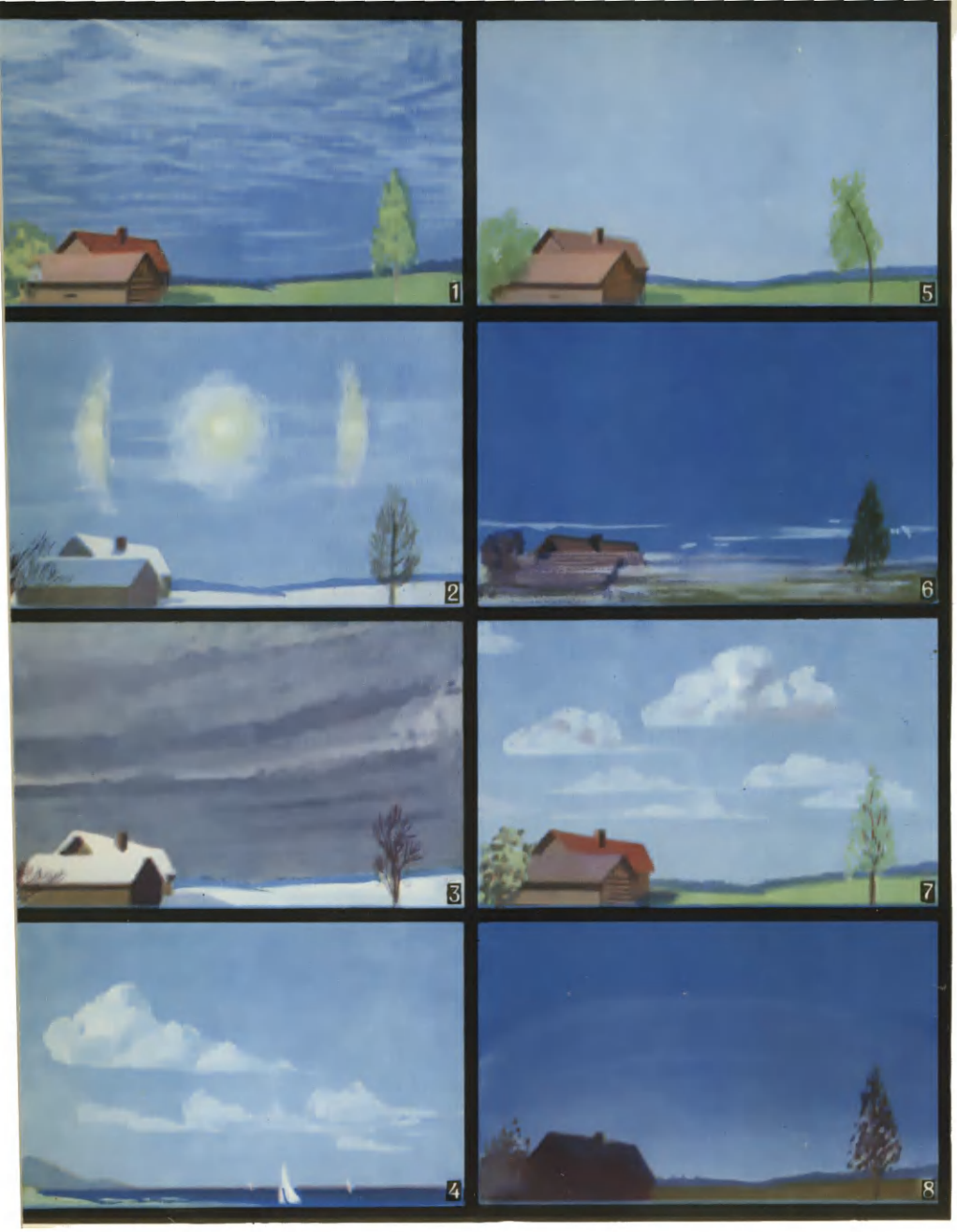
6. Вечером появляется радуга, в которой резко выделяется зеленый цвет. Ночью выпадает сильная роса.

7. Ласточки и стрижи летают высоко над землей.

8. Утром появляются кучевые облака, которые к вечеру исчезают.

9. Ветер к вечеру утихает. При закате заря золотистая. Стрижи летают высоко.

10. Если цветы растения мокрицы раскрылись к 9 часам утра и в таком положении остаются по крайней мере до полудня, то дождь в этот день мало вероятен.



ПРИЗНАКИ СОХРАНЕНИЯ ХОРОШЕЙ ПОГОДЫ

1. На небе видны очень высокие изорванные перистые облака причудливых форм, которые кажутся висящими на одном месте.

2. Зимой — белые венцы большого диаметра вокруг солнца или луны, а также столбы около солнца, или так называемые ложные солнца.

3. Зимой днем ясно, а к вечеру при безветрии все небо покрывается туманным слоем низких слоистых облаков.

4. На берегу моря или большого озера ветер днем дует с воды на сушу, а ночью, наоборот, с суши на воду (бризы).

5. После восхода солнца ветер усиливается, достигает наибольшей силы днем и к вечеру стихает.

6. В ложбинах, низменных местах вечером и ночью собирается поземный туман, расходящийся после восхода солнца.

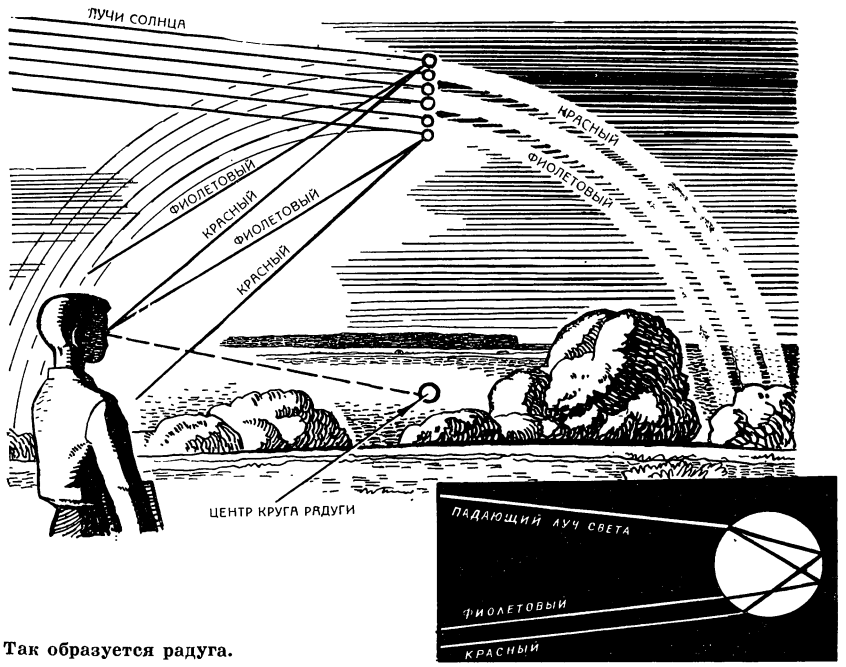
7. К 10 часам утра появляются кучевые облака, количество их постепенно увеличивается к 3—4 часам дня, а к вечеру облака исчезают.

8. После захода солнца при совершенно ясном небе на западе долго видно серебристое сияние без всяких резких границ.

МЕСТНЫЕ ПРИЗНАКИ ДЛЯ ГОРНЫХ РАЙОНОВ

1. Если ветер днем дует от долин к вершинам гор и перевалам, а ночью в обратном направлении, то это признак хорошей погоды. *2.* Нарушение правильной смены горнодолинных ветров — признак ухудшения погоды. *3.* Ветер, дующий с ледника вниз к долинам,— признак хорошей погоды. Исчезновение ледникового ветра говорит о предстоящих осадках. *4.* Низкие туманы в долинах ночью и утром, исчезающие после восхода солнца, — признак хорошей погоды. *5.* Подъем облаков вдоль горных хребтов, уплотнение и расширение облачного поля говорит о приближающихся осадках. *6.* Если с подветренной стороны горной вершины появляются сигарообразные или чечевицеобразные облака, то следует ожидать ухудшения погоды.

Примечание к местным признакам. Научные приметы погоды по наблюдениям за облаками, ветром, температурой воздуха и т. п. действительны круглый год, хотя значительная их часть используется только в теплое полугодие. Зимой в Европейской части СССР и в Западной Сибири небо большей частью затянуто низкими серыми облаками, горизонт не виден, земля засыпана снегом, поэтому местные признаки погоды весьма часто не могут быть использованы для прогноза. В таблице указаны наблюдения без инструментов, поэтому нет необходимости разбивать признаки погоды на летние и зимние, весенние и осенние.



Так образуется радуга.

от луны очень слаб и наш глаз не в состоянии различать цвета радуги.

Радуга возникает от преломления и разложения лучей света в каплях дождя. Принято говорить о «всех цветах радуги», но в действительности мы видим только три цвета — красный, зеленый, фиолетовый, иногда еще два цвета — желтый и оранжевый, но они выражены очень слабо. Яркость радуги и ясно выраженный красный цвет говорят о крупных каплях дождя, в которых происходит преломление лучей света. Следует иметь в виду, что каждый наблюдатель видит не радугу вообще, а «свою» радугу, «свой» круг и венец, потому что эти явления в атмосфере зависят от положения солнца или луны по отношению к глазу наблюдателя.

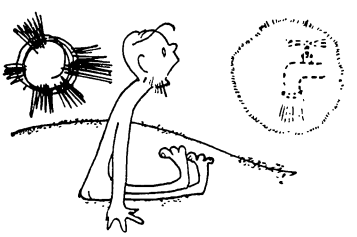
Мираж

Иногда в пустыне на горизонте перед истомленными зноем путниками вдруг появляется волнистая поверхность воды. Долгожданный оазис! Путники устремляются к воде, но она все удаляется от них и, наконец, исчезает. Это — мираж. Из-за него гибли в пустынях целые караваны, сбиваясь с пути в бесплодных поисках оазиса.

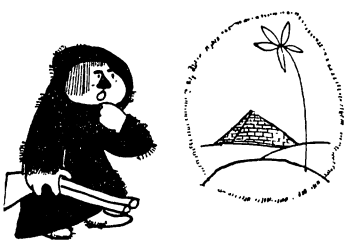
Мираж — оптическое явление. Он возникает в тех случаях, когда луч света от предмета проходит к глазу наблюдателя через слои воздуха различной плотности и отклоняется от своего первоначального прямолинейного направления. Различают нижний и верхний миражи.

Нижний мираж возникает обычно в пустынях, где от сильного накала песка или грунта перегревается воздух нижних слоев атмосферы, тогда как выше располагается более холодный воздух. В этом случае плотность воздуха резко увеличивается с высотой. Переходя от менее нагретых слоев к более нагретым, т. е. от более плотных к менее плотным, луч света все сильнее отклоняется от прямолинейного пути. Может наступить такой момент, когда угол отклонения луча достигнет 90°. В этом случае искривленный луч дает обратное изображение предметов и участка неба, расположенного за ним. Изображение неба создает впечатление блестящей водной поверхности, тем более что цвет неба и водной поверхности очень похож. При изменении цвета неба (дымка, облака) изменяется и цвет миража. Например, он напоминает снег, когда небо тусклого, белесого цвета.

Нижний мираж в некоторых случаях возникает и в умеренных широтах. При движении по раскаленному солнцем асфальтированному шоссе перед наблюдателем внезапно появляется водная поверхность, вызывающая в первые минуты изумление — откуда здесь вода? Вода держится все время впереди и так же внезапно исчезает.

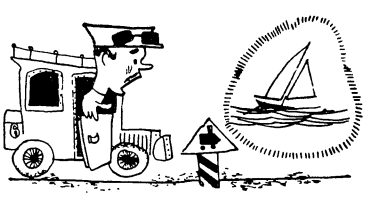


Верхний мираж возникает, если плотность воздуха резко уменьшается с высотой. Это бывает рано утром, когда прилегающий к земной поверхности слой атмосферы еще холоден, а выше расположенные слои воздуха теплы. Особенно часто верхний мираж наблюдается в полярных странах, где нижние слои воздуха сильно охлаждаются от соприкосновения со льдами или снегом.



При верхнем мираже над предметом, находящимся у горизонта, появляется его изображение в сильно искаженном виде. Однажды в воздухе появилось изображение судна, находящегося в это время за горизонтом. В подзорную трубу были видны различные части корабля.

Миражи образуются при одном обязательном условии — отсутствии сильного ветра, который перемешивает верхние и нижние воздушные слои.



МОЖНО ЛИ ИЗМЕНЯТЬ ПОГОДУ

Очень важно не только предвидеть погоду, но и научиться влиять на нее в интересах людей.

В атмосферных процессах участвуют могучие силы. Солнце посылает лучистую энергию на Землю. Но по-разному нагреваются суша и море, экваториальные и полярные области. Возникающая при этом разница в температуре — основная причина движения воздушных масс. Направление и скорость их перемещения зависят также от вращения Земли и от рельефа местности. Если бы мы захотели изменить движение воздушных потоков всего на несколько дней, понадобилось бы затратить колоссальную энергию, исчисляемую миллиардами киловатт-часов. Поэтому человечество пока еще не в состоянии искусственно перемещать воздушные массы и создавать циклоны и антициклоны.

Но уже имеются надежные средства воздействия на погоду, правда, только на небольших территориях. Прежде всего можно преобразовать местность, над которой движутся воздушные массы, и таким образом воздействовать на физическое состояние атмосферы: соорудить искусственные водоемы, каналы, создать полезащитные лесные полосы и т. д. Человек давно научился защищать себя от вредного влияния непогоды: он строит дома и создает в них искусственный климат, выращивает в теплицах тропические растения, орошает засушливые районы, осушает болота, сажает леса. Люди используют энергию ветра и движение воды в реках, и все же, несмотря на все достижения современной науки, нередко стихийные явления природы приносят людям огромные бедствия: засухи, наводнения, разрушительные ураганы, градобития и т. д. Понятно, что всех интересует вопрос: нельзя ли найти средства борьбы с грозными явлениями природы?

Для решения этих задач в СССР и за рубежом были проведены многочисленные исследования. Созданы специальные камеры, в которых воспроизводятся туманы, облака и другие явления погоды. Кроме того, метеорологи изучают облака, поднимаясь на самолетах и аэростатах. Ученым удалось найти способы ускорять или задерживать развитие грозы, выпадение дождя или града, рассеивать облака и туман.

Решается проблема получения искусственного дождя, но опыты пока ведутся в малых масштабах на облаках, занимающих небольшие площади. Каждое облако не просто тратит накопленный запас воды, а служит своего рода «генератором влаги», преобразующим водяной пар в капли воды или кристаллы льда. Через облако непрерывно проходит масса влаги.

Облако, из которого выпадает слабый дождь, обычно состоит только из мелких водяных капель. При сильном дожде туча несет в своей нижней части дождевые капли, в средней части — капли переохлажденной воды (т. е. имеющей температуру ниже 0°) и еще выше — ледяные кристаллы. В туче происходит непрерывный процесс слияния и укрупнения капель. Переохлажденные капли, соприкасаясь с ледяными кристаллами, мгновенно замерзают и превращаются в мелкие градинки. От смерзания и намораживания новых прослоек льда градины укрупняются, тяжелеют, падают в низ облака, где тают и в виде крупного дождя выпадают на землю. В природе это происходит при сильных восходящих потоках, которые поднимают облачные массы в высокие слои атмосферы, где круглый год сильные морозы.

Но можно охладить облако и создать массу ледяных ядер и искусственно. Для этого облака, которые не дают ни капли дождя, «засеиваются» с самолетов сухим льдом (вы видели его у продавцов мороженого), его температура около —80°. Сухой лед дробится особым способом на мельчайшие кристаллики. В 1 *кГ* сухого льда содержится до 10^{12} (триллион) частичек твердой углекислоты. Облако «засеивается» сверху. Частички вызывают образование мириадов снежинок, градинок, которые выпадают в виде осадков. Чем больше посеять охлаждающих веществ, тем интенсивнее будут осадки. В августе 1957 г. такой опыт был проведен в Адлере (на Кавказском побережье Черного моря).

На высоте 5 *км* самолет ИЛ-12 достиг облачных вершин. Температура была —8°. В открытые окна, из которых фотографировали облака, врывались клубы морозного пара. Прозвучала команда руководителя экспедиции: «Приготовиться всем!» В поле зрения была мощная гряда кучевых облаков с четырьмя высокими шапками. Решили уничтожить три вершины, а четвертую оставить для контроля.

Самолет устремился к облакам. Мгновение, и машина погрузилась в густой туман.

Прошло не больше минуты. Самолет трижды входил в верхушки облака. Оно начало менять цвет: из белого превратилось в грязно-серое. Потом темная полоса дождя протянулась до самой земли. Пышные шапки на глазах

расслаивались на отдельные клочья, которые таяли. Всего десять минут потребовалось, чтобы огромное облако перестало существовать. Только четвертая, контрольная шапка облака ослепительно сверкала на солнце. На земле мы узнали, что прошел обильный дождь.

Такие опыты неоднократно повторялись, и всякий раз облака разрушались. Воздействию хорошо поддаются переохлажденные облака. Иногда облака просто таяли, не давая ни капли дождя, в других случаях, несмотря на обильное засеивание их сухим льдом, осадков выпадало очень мало. Все это подтверждает сложность процесса управления погодой.

Хорошие результаты дали опыты с рассеиванием сплошных низких облаков над аэродромами. Ведь каждый нелетный день на аэродроме приносит большие убытки. Десятки самолетов стоят на приколе. Пассажиры «ждут погоды», а облака сплошной пеленой закрывают небо.

Для рассеивания тумана или облачности самолеты пробивают низкие облака, заходят с наветренной стороны и посыпают их химическими веществами. Через несколько минут на аэродроме начинается внезапный снегопад. Облака тают, появляется обширный участок чистого неба, который держится все время, пока работают самолеты-опылители. Аэродром может принимать и отправлять самолеты.

7 ноября 1962 г. метеорологи и летчики сделали хорошую погоду в Москве. На рассвете все небо над столицей было затянуто облаками. Один за другим взлетали к небу самолеты с метеорологами, которые обрабатывали одно облако за другим. И вот с юго-запада, со стороны Внукова, открылось небо радиусом в 30—40 *км*. Светлая полоса поднималась, ширилась, и перед самым парадом первый луч солнца упал на Спасскую башню Кремля. Ни одно облако не прорвалось к праздничной Москве.

Теперь в холодное время года наши пилоты на любом аэродроме имеют возможность «организовать» летную погоду.

Ведутся опыты и по созданию облаков. При ясном небе быстро сбрасывают сухой лед в восходящие потоки воздуха. Через некоторое время появляются облака. Облачные «заслоны» особенно нужны в Средней Азии, где месяцами стоит жара и ясная погода. Затемнение солнца повышает эффективность искусственного полива посевов.

К сожалению, пока эти опыты обходятся дорого. Ученые хотят получить цепную реакцию в облаке, на которое воздействуют, т. е. добиваются, чтобы процесс, возбужденный в малой части облака, распространился по закону цепной реакции на все облако.

Москва. Красная площадь.

В настоящее время в отдельных районах страны ведутся опыты. Их цель — предупредить выпадение града из облаков.

Что же происходит при этом с облаком? Оно начинает таять. Проходит несколько минут, и на месте громоздящихся башен остаются бесформенные клочья облаков, разносимые ветром.

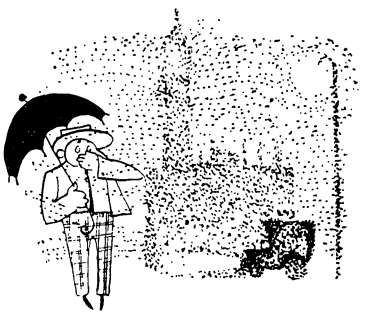
Как видите, атмосфера все же поддается воздействию человека, но необходимо осуществить еще много лабораторных опытов и исследований, чтобы найти наилучшие способы воздействия на воздушную стихию, и, несомненно, решающее слово в этой области будет принадлежать ядерной энергии. В СССР в эту работу включились многие ученые научно-исследовательских институтов.

Лондонские туманы

Обычный туман образуется при охлаждении перенасыщенного влагой воздуха. Тогда избыток влаги выделяется в виде мельчайших капелек. Они-то и образуют пелену тумана. Понятно, что туманы часто возникают в местах, где в атмосфере больше влаги,— над болотами, озерами, реками. Однако в городах туманы наблюдаются еще чаще. В этом нетрудно убедиться, стоит только в туманный день выехать за город. Уже в нескольких километрах от города может быть ясная погода.

Для сгущения водяного пара в капельки воды одного охлаждения воздуха недостаточно. Необходимо, чтобы в воздухе плавали так называемые ядра конденсации. Они так малы, что простым глазом их не видно,— это мельчайшие пылинки, частицы дыма и т. п., на которых сгущается водяной пар. В городах воздух засорен копотью и пылью, следовательно, ядер конденсации здесь огромное количество. При достаточной влажности они способствуют появлению тумана.

Широкой известностью пользуются лондонские туманы. За грязно-желтый цвет лондонцы прозвали их «гороховым супом». В Лондоне дымят сотни тысяч каминов, в которых сжигают уголь. Они дают большую часть дыма и копоти. В этом громадном городе образуются довольно стойкие туманы, хотя высота их не превышает 150 *м*. Воздух здесь сильно загрязнен. Лондонские туманы — настоящее бедствие для городского транспорта. С ноября до середины января небо часто закрывает плотная туманная завеса. Она сокращает часы солнечного сияния и лишает лондонцев живительных лучей солнца. Густые туманы вредны для здоровья, особенно опасны они для сердечных и легочных больных.



КЛИМАТ И ЕГО РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

ЧТО ТАКОЕ КЛИМАТ

Все мы знаем, как изменчива погода, но, несмотря на это, замечаем в ней некоторые постоянные свойства, типичные для каждой определенной местности. Такие постоянные свойства погоды называются к л и м а т о м. Известно, что климат Ялты теплее климата Москвы, хотя иногда по радио можно услышать, что сегодня температура в Ялте была ниже, чем в Москве.

Понятие «климат» гораздо сложнее определения погоды. Ведь погоду можно все время непосредственно видеть и ощущать, можно сразу описать словами или цифрами метеорологических наблюдений (см. стр. 205). Чтобы составить себе даже самое приблизительное представление о климате местности, в ней нужно прожить по крайней мере несколько лет. Конечно, не обязательно ехать туда, можно взять за много лет данные наблюдений метеорологической станции этой местности. Однако такой материал — это многие и многие тысячи различных цифр. Как же разобраться в этом изобилии цифр, как найти среди них те, что отражают свойства климата данной местности?

Эта задача непростая, и поэтому к л и м а т о л о г и я — наука, изучающая климат,—для характеристики его свойств использует многочисленные разнообразные приемы обработки метеорологических наблюдений.

Самый простой из этих приемов — вычисление средних многолетних величин метеорологических элементов (температуры, влажности, осадков, скорости ветра и т. д.). Множество цифр, характеризующих, например, температуру воздуха в 7 часов утра в различные дни января за 10 или 20 лет (т. е. 310 или 620 цифр), складывают и сумму делят на число наблюдений. Таким образом и получают среднюю многолетнюю температуру для 7 часов утра января. Такую же операцию можно проделать для всех остальных постоянных сроков наблюдений (1, 7, 13 и 19 часов) и получить среднюю температуру января для этих часов суток. Если затем сложить средние величины для всех четырех сроков и разделить полученную сумму на 4, получим среднюю многолетнюю температуру января. Средние величины для различных местностей и разных месяцев года легко сравнивать, их легко нанести на географическую карту и таким путем наглядно изобразить географическое распределение средней температуры, сред-

него количества осадков и других метеорологических элементов.

Как бы ни были удобны средние величины, они не отражают еще всех свойств климата. Многие редкие и необычные отклонения от средних условий — также важное свойство климата. Например, в Японии, на Филиппинах, на юге США редкие жестокие ураганы причиняют громадные разрушения и уносят человеческие жизни. Но это свойство климата никак нельзя определить по средним скоростям ветра. Средние величины температуры не отражают заморозки весной и осенью, случаи необычайной летней жары с засухой, необычные зимние морозы. Поэтому, помимо вычисления средних величин метеорологических элементов, среди данных наблюдений за много лет климатологи обращают внимание на самую высокую и самую низкую температуру, самую позднюю дату весеннего заморозка и самую раннюю дату осеннего и т. д.

Все же и этого недостаточно. Ведь погода воздействует на нас сразу всеми своими элементами, а средние и крайние величины выводят для каждого из этих элементов в отдельности. Известно, что одинаковый мороз переносится человеком совершенно различно при сильном ветре и безветрии. Однако по средним и крайним значениям температуры и скорости ветра зимой мы не сможем определить, как часто в этой местности бывает сильный мороз при сильном ветре: ведь самая низкая температура и самый сильный ветер почти наверняка наблюдались в разное время.

Оказалось необходимым в дополнение к другим методам использовать и так называемый «комплексный». Вся шкала возможных на земном шаре значений температуры от самых жестоких морозов до самой удушающей жары делится на промежутки, например по 5 градусов. Каждый промежуток, или градация, получает свое условное обозначение. Например, градация от 2°,5 до 7°,4 обозначается 5°, от 7°,5 до 12°,4—10° и т. д. Так же поступают с остальными элементами — скоростью ветра, влажностью воздуха и др. Затем для каждого дня определяют, в какой промежуток попадает наблюдавшаяся температура, выписывают условное обозначение этой градации. Затем определяют условные обозначения для каждого из остальных элементов. После обработки материалов всего многолетнего периода подсчитывают, сколько раз за эти годы наблюдался каждый из возможных комплексов, метеорологических элементов.

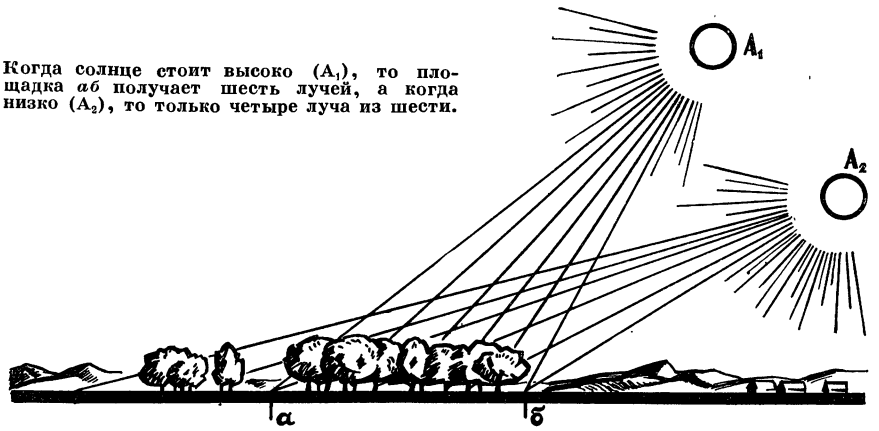
Теперь должно быть понятно, почему ученые климатом какой-либо местности называют свойственный ей сложный многолетний режим погоды со всеми возможными колебаниями погодных условий.

Изучать особенности климата необходимо, для того чтобы знать, какие сельскохозяйственные растения выгодно разводить в той или иной местности, какие методы применять при их выращивании, где лучше строить дома отдыха и санатории, насколько утеплять жилище, где готовиться к снежным заносам зимой и т. д. Для предсказания погоды, борьбы с вредными свойствами климата, а в будущем и для искусственных его изменений нужно знать не только свойства климата, но и как они формируются, почему климаты разных местностей отличаются друг от друга.

КАК ФОРМИРУЕТСЯ КЛИМАТ

Древние греки думали, что климат зависит только от наклона падающих на Землю солнечных лучей. По-гречески слово «климат» означает наклон. Греки знали, что чем выше солнце над горизонтом, чем круче солнечные лучи падают на земную поверхность, тем должно быть теплее.

Плавая на север, греки попадали в места с более холодным климатом. Они видели, что солнце в полдень здесь стоит ниже, чем в то же время года в Греции. А в жарком Египте оно, наоборот, поднимается выше. Теперь нам известно, что атмосфера пропускает в среднем три четверти тепла солнечных лучей до земной поверхности и только одну четверть задерживает. Поэтому сначала земная поверхность нагревается солнечными лучами, и только потом уже от нее начинает нагреваться воздух. Когда солнце стоит высоко над горизонтом (A_1, на рис. стр. 222), участок земной поверхности ($аб$) получает шесть лучей; когда более низко (A_2), то лишь четыре луча из шести. Значит, греки были правы, что тепло и холод зависят от высоты солнца над горизонтом. Этим определяется разница в климатах между вечно жаркими тропическими странами, где солнце в полдень круглый год поднимается высоко, а дважды или один раз в год стоит прямо над головой, и ледяными пустынями Арктики и Антарктики, где несколько месяцев солнце вообще не показывается из-за горизонта.



Когда солнце стоит высоко (A_1), то площадка *аб* получает шесть лучей, а когда низко (A_2), то только четыре луча из шести.

Однако на одной и той же географической широте даже по степени тепла климаты могут очень резко отличаться друг от друга. Так, например, в Исландии в январе средняя температура воздуха равна почти 0° , а на той же широте в Якутии она ниже —48°. По другим свойствам (количеству осадков, облачности и т. д.) климаты на одной широте могут отличаться друг от друга даже сильнее, чем климаты экваториальных и полярных стран. Эти различия климатов зависят от свойств земной поверхности, воспринимающей солнечные лучи. Белый снег отражает почти все падающие на него лучи и поглощает только 0,1—0,2 части приносимого ими тепла, а черная мокрая пашня, наоборот, почти ничего не отражает. Еще важнее для климата разная теплоемкость воды и суши, т. е. разная их способность запасать тепло. Днем и летом вода значительно медленнее нагревается, чем суша, и оказывается холоднее ее. Ночью и зимой вода остывает гораздо медленнее, чем суша, и оказывается, таким образом, теплее ее.

Кроме того, на испарение воды в морях, реках, озерах и на влажных участках суши затрачивается очень большое количество солнечного тепла. За счет охлаждающего действия испарения в орошаемом оазисе бывает не так жарко, как в окружающей его пустыне.

Значит, две местности могут получать совершенно одинаковое количество солнечного тепла, но по-разному его использовать. Из-за этого температура земной поверхности даже на двух соседних участках может отличаться на много градусов. Поверхность песка в пустыне летним днем нагревается до 80°, а температура почвы и растений в соседнем оазисе оказывается на несколько десятков градусов холоднее.

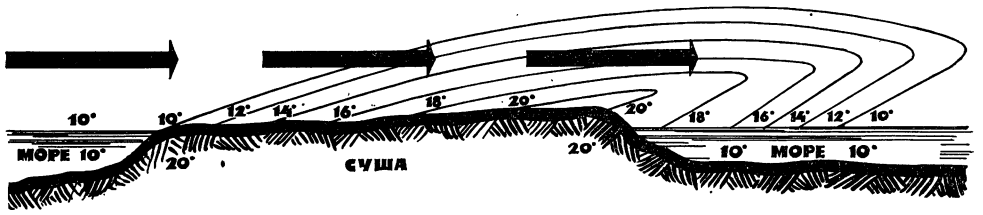
Соприкасающийся с почвой, растительным покровом или водной поверхностью воздух либо нагревается, либо охлаждается в зависимости от того, что теплее — воздух или земная поверхность. Так как именно земная поверхность в первую очередь получает солнечное тепло, то она в основном передает его воздуху. Нагревшийся самый нижний слой воздуха быстро перемешивается с лежащим над ним слоем, и таким путем тепло от земли все выше распространяется в атмосферу.

Однако так бывает далеко не всегда. Например, ночью земная поверхность охлаждается быстрее воздуха, и он отдает ей свое тепло: поток тепла направляется вниз. А зимой над заснеженными просторами материков в наших умеренных широтах и над полярными льдами такой процесс идет непрерывно. Земная поверхность здесь или совсем не получает солнечного тепла, или получает его слишком мало и поэтому непрерывно отбирает тепло у воздуха.

Если бы воздух был неподвижен и не существовало ветра, то над соседними различно нагретыми участками земной поверхности покоились бы массы воздуха с разными температурами. Их границы можно было бы проследить до верхних пределов атмосферы. Но воздух непрерывно движется, и его течения стремятся уничтожить эти различия.

Представим себе, что воздух движется над морем с температурой воды 10° и на своем пути проходит над теплым островом с температурой поверхности 20°. Над морем температура воздуха такая же, как воды, но, как только поток переходит через береговую линию и начинает продвигаться в глубь суши, температура его самого нижнего тонкого слоя начинает повышаться, как показано на рис. на стр. 223, и приближается к температуре суши. Сплошные линии одинаковых температур — изотермы — показывают, как нагревание распространяется все выше и выше в атмосфере. Но вот поток доходит до противоположного берега острова, вступает снова на море и начинает охлаждаться — тоже снизу вверх. Сплошные линии очерчивают наклоненную и сдвинутую относительно острова «шапку» теплого воздуха. Эта «шапка» теплого воздуха напоминает форму, которую принимает дым при сильном ветре.

То, что мы видим на рисунке, повторяется всюду над малыми и большими различно нагретыми участками. Чем меньше каждый такой



Воздушный поток, переходя с холодного моря на теплый участок суши, постепенно нагревается и снова охлаждается над морем.

участок, тем ниже над ним будет уровень в атмосфере, до которого успеет распространиться нагревание (или охлаждение) воздушного потока. Если воздушное течение с моря переходит на покрытый снегом материк и движется над ним многие тысячи километров, то оно охладится на несколько километров вверх. Если холодный или теплый участок простирается на сотни километров, то его влияние на атмосферу можно будет проследить только на сотни метров вверх, при меньших размерах — высота еще меньше.

Различают три основных вида климатов — большой, средний и малый.

Большой климат складывается под влиянием только географической широты и самых больших участков земной поверхности — материков, океанов. Именно этот климат изображают на мировых климатических картах. Большой климат изменяется плавно и постепенно на больших расстояниях, не менее тысяч или многих сотен километров.

Особенности климатов отдельных участков протяженностью в несколько десятков километров (большое озеро, лесной массив, большой город и т. д.) относят к среднему (местному) климату, а более мелких участков (холмы, низины, болота, рощи и т. д.) — к малому климату.

Без такого разделения нельзя было бы разобраться, какие различия климата главные, какие — второстепенные.

Иногда говорят, что создание Московского моря на канале имени Москвы изменило климат Москвы. Это неверно. Площадь Московского моря для этого слишком мала.

Различный приток солнечного тепла на разных широтах и неодинаковое использование этого тепла земной поверхностью не могут полностью объяснить нам все особенности климатов, если не учесть значение характера циркуляции атмосферы.

Воздушные течения все время переносят тепло и холод из разных областей земного шара, влагу с океанов на сушу, а это приводит к возникновению циклонов и антициклонов (см. стр. 196).

Хотя циркуляция атмосферы все время меняется и мы ощущаем эти изменения в сменах погоды, все же сравнение разных местностей показывает некоторые постоянные местные свойства циркуляции. В одних местах чаще дуют северные ветры, в других — южные. Циклоны имеют свои излюбленные пути движения, антициклоны — свои, хотя, конечно, в любом месте бывают любые ветры и циклоны всюду сменяются антициклонами. В циклонах выпадают дожди и снегопады, а в антициклонах стоит ясная погода.

Циркуляция атмосферы создает очень важное для всего живого на Земле явление — непрерывный круговорот воды в природе (см. стр. 185).

Если бы не было такого круговорота воды, то вся суша была бы безжизненной.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ ЗЕМНОГО ШАРА

Представим себе, что мы летом отправились на самолете из Москвы в Ташкент. Пестрой чередой тянутся под самолетом поля, луга, леса, города и поселки. Мы можем заметить, что под Москвой много лесных площадей; когда-то, во времена древней Руси, здесь стояли сплошные дремучие леса.

Дальше на юго-восток лесов становится все меньше, и к Волге уже простираются только плодородные черноземные земли. В прошлом здесь были бескрайние степи, покрытые высокой травой. Но вот за Волгой почва на пашнях светлеет, среди полей начинают появляться пустоши с желтой выжженной травой, их становится все больше. Возделанные поля встречаются уже только по низинам, а затем простирается сухая степь. Дальше на юго-восток сухая степь переходит в еще более сухую полупустыню, а в Средней Азии тянутся песчаные и каменистые пустыни.

Так сверху можно увидеть последовательную смену растительных зон от лесной зоны до пустынь. Каждая зона имеет свой тип почвы, в каж-

дой из них свой водный режим. Весь облик природы меняется с переходом из одной зоны в другую. Вся поверхность суши земного шара разделена на природные зоны, последовательно сменяющие друг друга от экватора до полюсов (см. стр. 247).

Особенности природных зон зависят от климата.

Посмотрите на карту природных зон. Вблизи экватора располагаются области влажных тропических лесов. Здесь многоярусная вечнозеленая растительность. Девственный тропический лес почти непроходим из-за густых перепутывающихся лиан, гниющих остатков растений, болот.

Такая буйная растительность может развиваться благодаря обилию солнечного тепла и влаги. Солнце вблизи экватора круглый год в полдень поднимается очень высоко, а в определенное время даже проходит через зенит; здесь нет ярко выраженной смены сезонов года, нет зимы. Вдоль экватора протянулась полоса пониженного атмосферного давления. Здесь создаются благоприятные условия для образования восходящих потоков воздуха и обильного выпадения осадков. Так как испарение с океанов и влажной суши в этой зоне очень велико, то восходящий воздух богат влагой и при тропических ливнях выпадает огромное количество воды. В среднем за год в зоне тропических лесов выпадает слой воды толщиной 1,5—3 *м*, а местами — до 10—12 *м*.

Даже огромного количества солнечного тепла здесь недостаточно, чтобы испарить всю влагу, ее излишек стекает в многоводные реки и застаивается в болотах.

На широтах 25—30° оба полушария опоясываются зонами пустынь. Эта зона совпадает с полосами субтропических антициклонов (см. карту, стр. 224—225). Осадков здесь выпадает 10—20 *см* в год. В пустыне Сахаре есть места, где по нескольку лет не бывает ни одного дождя. Солнечного тепла в эту безоблачную зону поступает больше, чем в зону тропических лесов. Солнце выжигает всю растительность, почв не образуется, нет ни ручьев, ни рек, и только редкие «транзитные» реки, возникшие в более влажной зоне, несут свои воды к морю через пустыню (как Нил в ОАР). На примере пустынь видно, к чему приводит избыток тепла при недостатке влаги.

Между зонами влажных тропических лесов и тропических пустынь лежит промежуточная зона саванн — высокотравные тропические лесостепи с небольшими лесами или отдельными деревьями. В этой зоне сезоны дождей, когда степь покрывается зеленой травой, сменяются периодами засухи, выжигающей траву и листву деревьев.

За саваннами протянулась полоса пустынь и степей умеренного пояса. Затем следует лесная зона.

В умеренном поясе бывает зима, суровость и продолжительность которой возрастают к полюсам. Зима здесь сравнительно мягкая, деревья переносят ее хорошо, и влаги для них хватает. Умеренный климат, достаточное количество влаги способствуют произрастанию здесь мощных деревьев с развитой корневой системой, высокими стволами и широкой кроной.

В соседней зоне, зоне тундры, короткое лето дает возможность развиваться мхам, некоторым травам, местами низкорослым кустарникам и деревьям; тепла здесь так мало, что даже небольшое количество осадков создает болота, почти сплошь покрывающие эту зону. Деревья не достигают нормального роста из-за зимних холодов. В зоне вечного мороза—на ледниках Гренландии и Антарктиды и в примыкающей к ней полярной пустыне—всякая жизнь, за исключением примитивных водорослей, исчезает.

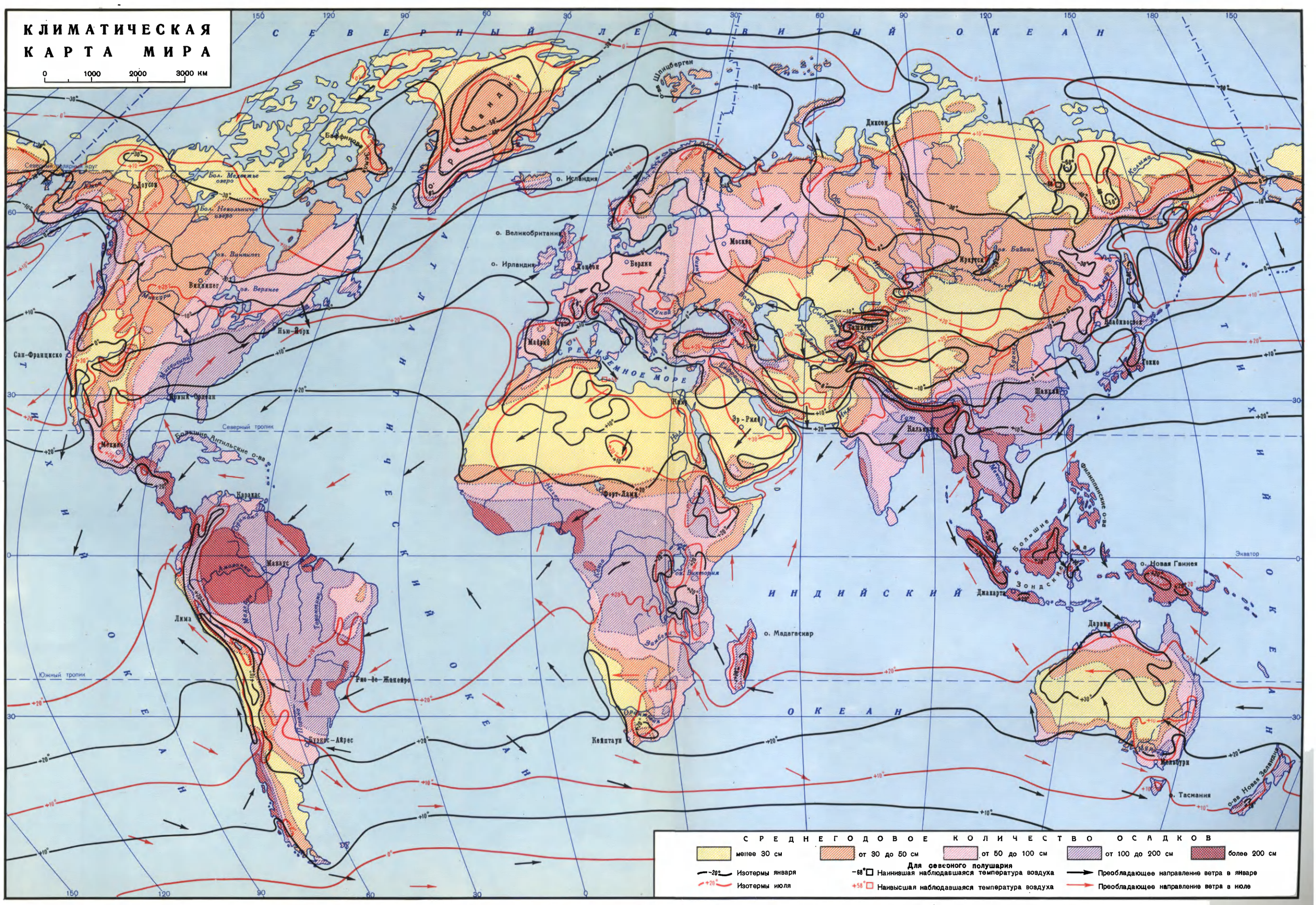
В центральных частях материков у самой границы с тропическим поясом расположены пустыни; приток влаги с океанов сюда затруднен.

Климатические зоны показывают нам, что климат влияет на многие стороны человеческой деятельности не только непосредственно, но и через всю окружающую нас природу — растительность, почвы, воды, животный мир.

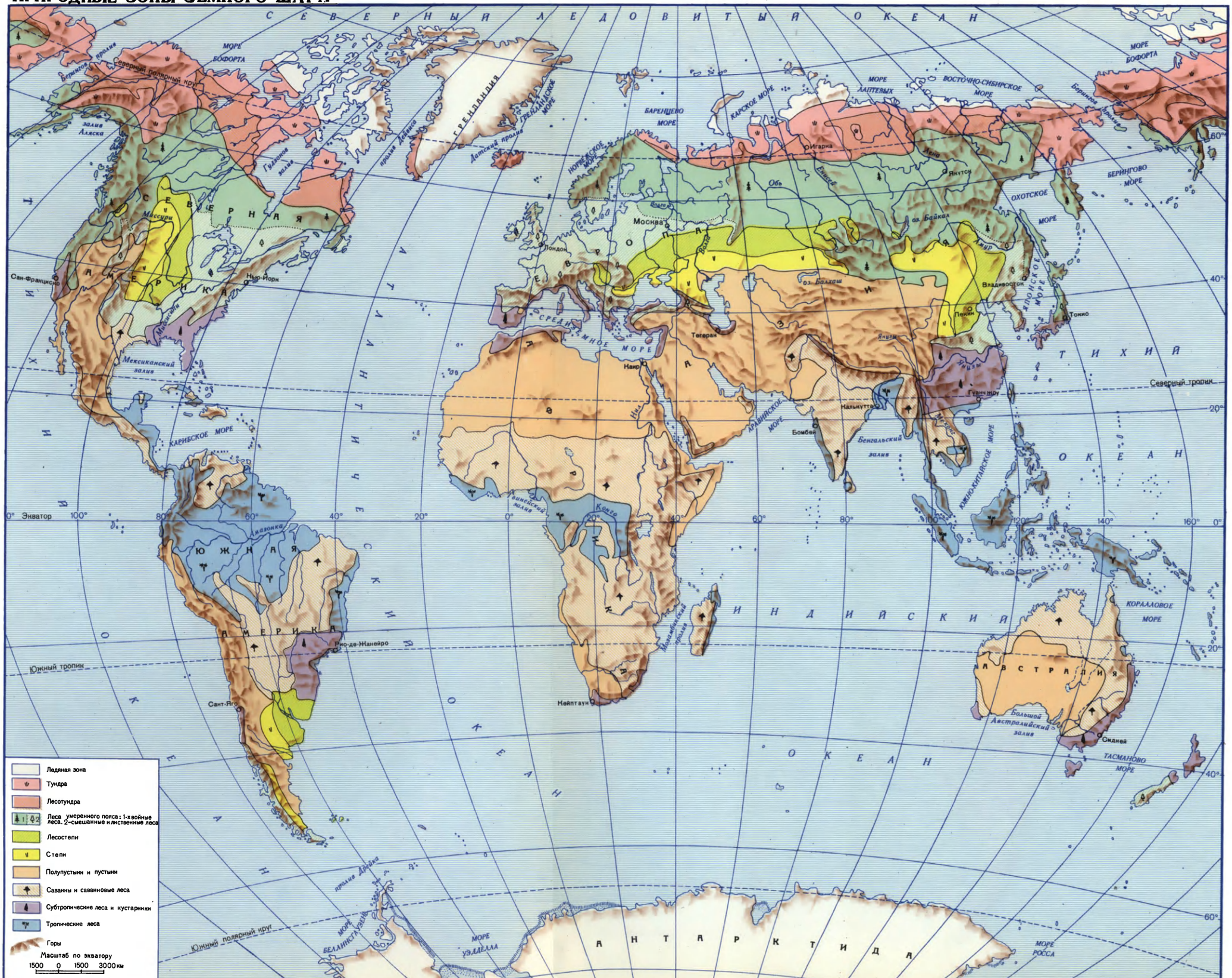
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Стоит случиться особенно жаркому или, наоборот, необычайно дождливому и холодному лету, слишком суровой или непривычно мягкой зиме, как начинаются необоснованные разговоры об изменении климата. Летописи и другие источники рассказывают нам о гораздо более поразительных явлениях — о замерзании Нила в Египте зимой 1011 г., о замерзании проливов и большей части Черного моря зимой 1620 г., о необычайных засухах, наводнениях и других явлениях погоды, которые нам даже трудно сейчас себе представить.

Вместе с тем исторические источники показывают, что общий характер климата не испы-


КЛИМАТИЧЕСКАЯ КАРТА МИРА
0 1000 2000 3000 км
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
ТИХИЙ ОКЕАН
АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН
ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН
Северный полярный круг
Северный тропик
Южный тропик
Экватор
о. Исландия
о. Великобритания
о. Ирландия
о. Мадагаскар
о. Новая Гвинея
о. Тасмания
о-ва Новая Зеландия
Шпицберген
Диксон
Доусон
Бол. Медвежье озеро
Бол. Невольничье озеро
оз. Виннипег
оз. Верхнее
Виннипег
Нью-Йорк
Сан-Франциско
Новый Орлеан
Мехико
Большие Антильские о-ва
Каракас
Манаус
Лима
Рио-де-Жанейро
Буэнос-Айрес
Кейптаун
Форт-Ламп
Эр-Рияд
Каир
Мадрид
Лондон
Берлин
Москва
Ташкент
Иркутск
оз. Байкал
Владивосток
Токио
Шанхай
Калькутта
Джакарта
Дарвин
Мельбурн
Большие Зондские о-ва
Филиппинские о-ва
СРЕДИЗЕМНОЕ МОРЕ
СРЕДНЕГОДОВОЕ КОЛИЧЕСТВО ОСАДКОВ
менее 30 см
от 30 до 50 см
от 50 до 100 см
от 100 до 200 см
более 200 см
Изотермы января
Изотермы июля
Для северного полушария
Наинизшая наблюдавшаяся температура воздуха
Наивысшая наблюдавшаяся температура воздуха
Преобладающее направление ветра в январе
Преобладающее направление ветра в июле

ПРИРОДНЫЕ ЗОНЫ ЗЕМНОГО ШАРА



тывал за историческое время коренных изменений. Реки Китая 3000—4000 лет назад разливались приблизительно в то же время и так же, как теперь.

2000 лет назад Юлий Цезарь описал климат Галлии (так называли римляне территорию Франции, Северной Италии, Бельгии, части Нидерландов и Швейцарии), похожий на климат современной Франции.

Исторический период в несколько тысяч лет — только краткое мгновение в жизни нашей планеты. Если за такой период не произошло существенных изменений климата, то это не значит, что климат вообще не может изменяться. Можно привести немало примеров коренного изменения климата Земли. Далеко за полярным кругом, на Шпицбергене, разрабатываются залежи каменного угля — окаменевших остатков роскошных вечнозеленых лесов, которые росли здесь миллионы лет назад. В Экваториальной Африке на равнине найдены следы ледников, подобных ледникам Антарктиды, а значительные пространства Северной Америки и Европы были покрыты таким ледником «совсем недавно» —около 10 тыс. лет назад.

Изменения климата в основном имеют характер колебаний с возвращением к начальным условиям через более или менее продолжительный период времени. Уже в наше время по наиболее продолжительным наблюдениям метеорологических станций было установлено одно из таких колебаний климата, которое получило название современного потепления Арктики. Оно достигло наибольшей силы в десятилетие 1929—1938 гг. Сильнее всего потепление сказалось в Гренландии, где средние зимние температуры были на 4—6° выше средних за многолетний период: это равносильно перемещению Гренландии на 300—400 *км* к югу. Потепление охватило большие пространства и было отмечено даже в южном полушарии.

Наука еще не выяснила полностью всех причин изменений климата. Возможно, что с появлением на Земле растительности сократилось количество углекислого газа в атмосфере (растения его поглощают), а этот газ предохраняет атмосферу Земли от излишней потери тепла в мировое пространство. За счет этого явления климат мог стать холоднее. Положение земной оси, расстояние от Земли до Солнца и другие астрономические показатели нашей планеты испытывают колебания с периодом в десятки миллионов лет: это может сказываться на притоке солнечного тепла.

Наконец, на климат могут действовать и изменения поверхности самой Земли: растут и понижаются горы, меняются очертания материков и глубины океанов, изменяются пути морских течений.

По-видимому, наиболее важной причиной как длительных, так и самых коротких колебаний климата являются процессы на Солнце. Астрономы уже давно обнаружили на Солнце множество темных пятен, непрерывно меняющих свое количество, очертания и размеры. Сравнение периодов развития и ослабления этих пятен с ходом многих явлений погоды и климата на Земле показало связь между ними. Это и понятно, так как солнечная энергия — основа всех движений земной атмосферы.

■

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ПОГОДУ И КЛИМАТ

Нам кажется, что источник жизни на Земле — солнечное излучение — постоянен и неизменен. Непрерывное развитие жизни на нашей планете в течение последнего миллиарда лет как бы подтверждает это. Но физика Солнца, за минувшее десятилетие достигшая больших успехов, доказала, что излучение Солнца испытывает колебания. На Солнце появляются пятна, факелы, протуберанцы (см. ст. «Солнце», т. 2 ДЭ). Число их возрастает в течение 4—5 лет до наивысшего предела — максимума. Это время максимума активности Солнца. В эти годы Солнце выбрасывает дополнительное количество заряженных электричеством частичек — корпускул, которые со скоростью более 1000 *км/сек* несутся в межпланетном пространстве и врываются в атмосферу Земли. Особенно мощные потоки корпускул исходят при хромосферных вспышках — особом виде взрывов солнечной материи. Во время этих исключительно сильных вспышек Солнце выбрасывает так называемые космические лучи, как было, например, при грандиозной вспышке 23 февраля 1956 г. Космические лучи состоят из осколков

атомных ядер и приходят к нам из глубины Вселенной. В годы солнечной активности усиливается ультрафиолетовое, рентгеновское и радиоизлучение Солнца.

Излучение Солнца несет с собой большие запасы энергии. Все виды этой энергии, попадая в атмосферу, в основном поглощаются ее верхними слоями, где происходят, как говорят ученые, «возмущения». Силовые линии магнитного поля Земли направляют обильные потоки корпускул в полярные широты. В связи с этим там возникают магнитные бури и полярные сияния (см. стр. 56). Корпускулярные лучи начинают проникать даже в атмосферу умеренных и южных широт. Тогда вспыхивают полярные сияния в таких отдаленных от полярных стран местах, как Москва, Харьков, Сочи, Ташкент. За последние годы это наблюдалось неоднократно.

Иногда магнитные бури достигают такой силы, что прерывают работу телеграфа, телефона и радио. Так, например, в США 11 мая 1959 г. во время сильной хромосферной вспышки на Солнце в течение трех часов американцы не могли слушать радио, пользоваться телефоном и телеграфом.

Ультрафиолетовые лучи Солнца почти целиком поглощаются высокими слоями атмосферы. Для Земли это имеет огромное значение: ведь в большом количестве ультрафиолетовые лучи губительны для всего живого.

Активное излучение Солнца, воздействуя на высокие слои атмосферы, существенным образом влияет на общую циркуляцию воздушных масс. Следовательно, оно отражается на погоде и климате всей Земли. По-видимому, возмущения, возникающие в верхних слоях воздушного океана, передаются в его нижние слои — тропосферу. При полетах искусственных спутников Земли и метеорологических ракет были обнаружены расширения и уплотнения высоких слоев атмосферы: воздушные приливы и отливы, подобные океаническим. Однако механизм взаимосвязи высоких и низких слоев атмосферы полностью еще не удалось раскрыть. Бесспорно, что в годы максимума солнечной активности чрезвычайно усиливается общая циркуляция атмосферы, чаще происходят столкновения теплых и холодных течений воздушных масс.

На Земле существуют области жаркой погоды (экватор и часть тропиков) и гигантские холодильники — Арктика и особенно Антарктика. Между этими областями Земли всегда существует разница в температуре и давлении атмосферы, что приводит в движение огромные массы воздуха. Идет непрерывная борьба между теплыми и холодными течениями, стремящимися выровнять разницу в температуре и давлении. Иногда теплый воздух «берет перевес» и проникает в виде «теплого языка» далеко к северу до Гренландии и даже к полюсу. В других случаях массы арктического воздуха прорываются на юг до Черного и Средиземного морей, доходят до Средней Азии и Египта. Граница борющихся воздушных масс — самые неспокойные области атмосферы нашей планеты.

Когда разница в температуре движущихся воздушных масс возрастает, то на границе их возникают мощные циклоны и антициклоны, порождающие частые грозы, ураганы, ливни.

В 1956 г. бурная погода охватила северное и южное полушария. Во многих районах Земли это вызвало стихийные бедствия. Например, в Индии паводки на реках повторялись несколько раз. Вода затопила тысячи селений, смыла посевы. От наводнений пострадало около 1 млн. человек. От ливней, гроз и наводнений летом этого же года пострадали даже такие страны, как Иран и Афганистан, где обычно в эти месяцы бывают засухи. Особенно высокая солнечная активность в 1957—1959 гг. вызвала еще больший рост числа метеорологических катастроф — ураганов, гроз, ливней. Всюду наблюдались резкие контрасты погоды. Например, в Европейской части СССР зима 1957 г. оказалась необычайно теплой: в январе средняя температура была —5° вместо —10°. В феврале в Москве средняя температура достигла —1°,3, при норме —9°,7. В это же время в Западной Сибири и в республиках Средней Азии стояли сильные морозы. В Казахстане температура понизилась до —40°. Ташкент, Алма-Ата и другие города Средней Азии были буквально засыпаны снегом. В южном полушарии — в Австралии и в Уругвае — в эти же месяцы стояла небывалая жара с суховеями. Атмосфера бушевала до 1959 г., когда начался спад солнечной активности.

Влияние солнечной активности на растительный и животный мир сказывается косвенным путем: через общую циркуляцию атмосферы. Например, ширина слоев спиленного дерева, по которым определяется возраст растения, зависит главным образом от ежегодного количества осадков. В засушливые годы слои эти очень тонки. Количество годовых осадков изменяется периодически, что можно увидеть на годичных кольцах старых деревьев. Срезы, сделанные на стволах мореных дубов (их находят в руслах

рек), позволили узнать историю климата за несколько тысячелетий до нашего времени. Существование определенных периодов, или циклов, солнечной активности подтверждают исследования материалов, которые выносят реки с суши и откладывают на дне озер, морей и океанов. Анализ проб донных отложений позволяет проследить течение солнечной активности на протяжении сотен тысяч лет. Взаимосвязи солнечной активности и процессов природы на Земле очень сложны.

Ученые установили, что колебания солнечной активности совершаются в пределах от 9 до 14 лет.

Солнечная активность влияет на уровень Каспийского моря, на соленость вод Балтийского и ледовитость северных морей. Для цикла повышенной солнечной деятельности характерно низкое стояние уровня Каспия: повышение температуры воздуха вызывает усиленное испарение воды и уменьшение стока Волги — главной питающей артерии Каспия. По той же причине повысилась соленость Балтийского моря и уменьшилась ледовитость северных морей. Ученые могут теперь дать прогноз будущего режима северных морей на ряд ближайших десятилетий.

Теперь наблюдается дальнейший спад солнечной активности. Минимум ее ожидается в 1965 г. В связи с этим атмосфера Земли будет «успокаиваться» до начала нового цикла усиленной солнечной активности в 1966 г.

Зеленый луч

Из глубины веков до нас дошло возникшее на религиозной почве народное поверье, будто бы в дни некоторых церковных праздников солнце при восходе и закате «играет». Эта «игра» заключается в том, что солнце при восходе или заходе меняет свой цвет и яркость, как бы мигает, испуская ярко-зеленые и красные лучи.

Наука установила, что поверье это связано с довольно редким и чрезвычайно интересным оптическим явлением, которое названо з е л е н ы м л у ч о м.

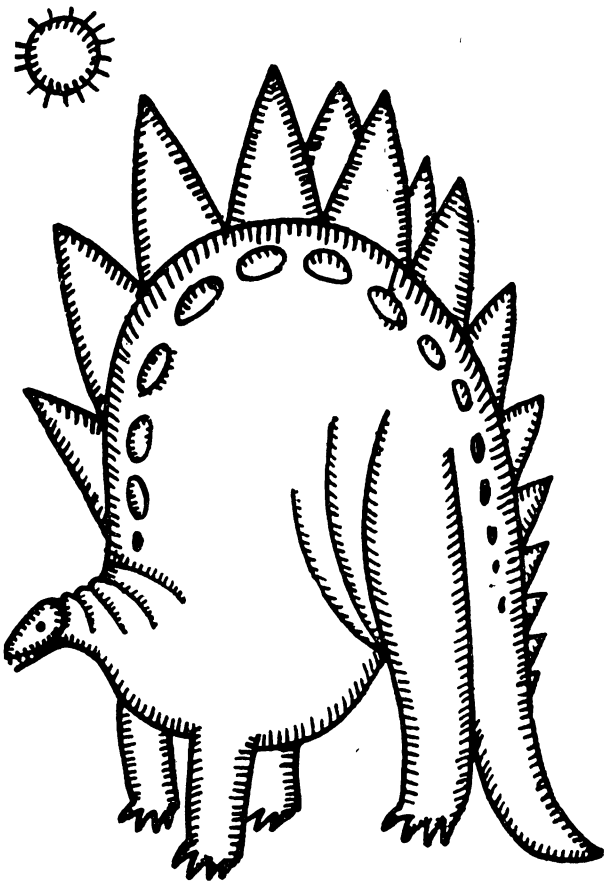
Это оптическое явление выражается в том, что солнце перед окончательным исчезновением за горизонтом при заходе дает вспышку ярко-зеленого луча. При восходе солнца зеленое сияние возникает в момент появления светила из-за горизонта.

Земную атмосферу можно рассматривать как стеклянную призму, которая разлагает солнечный луч на составные цвета. Явление это носит название цветорассеяния или д и с п е р с и и. В связи с дисперсией солнечный диск, находящийся на горизонте, вытягивается сверху вниз. В это время окраска с чередованием цветов — фиолетовый, синий, голубой, зеленый и т. д.— бывает заметна на верхнем и

нижнем краях диска. Атмосферная дисперсия как бы разлагает светило на три диска, налагая их один на другой так, что края их не совпадают. Таким образом, при закате солнца, когда от него остается очень узкая верхняя полоска, цвет ее должен быстро переходить из белого через голубой в синий. Толща атмосферы сильно ослабляет коротковолновые лучи — фиолетовые и синие. Поэтому при заходе солнца чаще всего до глаза наблюдателя фиолетовые, синие и зеленые лучи не доходят, и остаются только желтые и красные — солнце «краснеет».

Однако при благоприятных условиях, когда воздух на горизонте очень прозрачен, остаются и зеленые лучи, которые дают яркую вспышку в продолжение 1—3 секунд. Но вследствие инерции сетчатки нашего глаза нам кажется, что зеленый луч виден дольше. Кроме того, зеленый луч можно видеть только в том случае, когда в атмосфере мало водяного пара и заходящее солнце кажется очень ярким. Если солнце при заходе имеет красный цвет и на него легко смотреть незащищенным глазом, можно с уверенностью сказать, что зеленый луч не появится.

Зеленый луч лучше всего виден там, где горизонт ровнее,— на поверхности моря, на равнине в степи. Иногда полоски облаков у горизонта выравнивают его поверхность, и зеленый луч вспыхивает, как на море. При наблюдении зеленого луча рекомендуется смотреть не на солнце, чтобы не слепило глаза, а на горизонт. И только когда половина солнца уже зайдет, взгляд следует перенести на светило и смотреть не отрываясь. Появление зеленого луча служит указанием на хорошую погоду.



ОБОЛОЧКА ЖИЗНИ

КАК РАЗВИВАЛАСЬ ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ

КАМЕННАЯ ЛЕТОПИСЬ

Велик и многообразен растительный и животный мир Земли! По неполным подсчетам ученых, на Земле существует около 1,5 млн. видов животных и не менее 500 тыс. видов растений.

Откуда взялись эти растения и животные? Всегда ли они были такими? Всегда ли Земля была такой, как теперь? Эти вопросы издавна волновали и интересовали людей. Религиозные вымыслы, которые проповедуют церковники, будто Земля и все существующее на ней создано в течение недели сверхъестественным существом — богом, не могут нас удовлетворить. Только наука, опираясь на факты, смогла выяснить подлинную историю Земли и ее обитателей.

Наш рассказ будет о том, как ученые узнали, что было на Земле задолго до появления человека, какой тогда была Земля, как появилась жизнь на ней. Вы узнаете о болотистых лесах из гигантских хвощей и плаунов, покрывавших некогда материки, о великанах ящерах-динозаврах, бывших «владыками» планеты, о том, как они уступили место небольшим,

но более совершенным организмам — птицам и зверям. Вы будете знать, почему кровь соленая, почему у наземных позвоночных животных четыре ноги и на каждой по пять пальцев, кто были предки человека, и многое другое из великой и долгой истории жизни на Земле.

Много сделали для изучения развития жизни гениальный английский ученый Чарлз Дарвин — основоположник научной биологии (дарвинизма), француз Кювье — основатель палеонтологии[1], великие русские ученые — А. О. Ковалевский, И. И. Мечников, В. О. Ковалевский, К. А. Тимирязев, И. П. Павлов и многие другие. О них подробно рассказывается в томах 4 и 7 ДЭ.

Историю человеческого общества, народов, государств можно изучать, исследуя исторические документы и предметы материальной культуры (остатки одежды, орудий, жилищ и т. п.). Где отсутствуют исторические данные, там нет науки. Исследователь истории жизни на Земле, очевидно, тоже нуждается в документах, но они значительно отличаются от тех, с которыми имеет дело историк. Земные недра — это тот архив, в котором сохранились «документы» прошлого Земли и жизни на ней. В земных пластах находятся остатки древней жизни, которые показывают, какой она была тысячи и миллионы лет назад. В недрах Земли можно найти следы капель дождя и волн, работы ветров и льда; по отложениям горных пород можно восстановить контуры моря, реки, болота, озера и пустыни далекого прошлого. Геологи и палеонтологи, изучающие историю Земли, работают над этими «документами».

Пласты земной коры — это огромный музей истории природы. Он окружает нас всюду: на крутых обрывистых берегах рек и морей, в каменоломнях и шахтах. Лучше всего он открывает перед нами свои сокровища, когда мы ведем специальные раскопки.

Как же и в каком виде дошли до нас остатки организмов прошлого?

Попав в реку, озеро или береговую полосу моря, остатки организмов могут иногда довольно быстро покрываться илом, песком, глиной, пропитываться солями и таким образом навеки «окаменевать». В дельтах рек, прибрежных зонах морей, озерах иногда бывают крупные скопления ископаемых организмов, которые образуют громадные «кладбища». Ископаемые не всегда бывают окаменелыми. Встречаются остатки растений и животных (особенно недавно живших), которые незначительно изменились. Например, трупы мамонтов, живших несколько тысяч лет назад, находят иногда полностью сохранившимися в вечной мерзлоте. Обычно животные и растения редко сохраняются целиком. Чаще всего остаются их скелеты, отдельные кости, зубы, раковины, стволы деревьев, листья или отпечатки их на камнях.

Советский палеонтолог профессор И. А. Ефремов в последние годы детально разработал учение о захоронении древних организмов.

По остаткам организмов можно сказать, какие это были существа, где и как они жили и почему изменились.

В окрестностях Москвы можно увидеть известняк с многочисленными остатками кораллов. Какие выводы следуют из этого факта? Можно утверждать, что на территории Подмосковья шумело море, а климат был теплее, чем теперь. Это море было мелководным: ведь кораллы не живут на большой глубине. Море было соленым: в опресненных морях кораллов мало, а здесь их изобилие. Можно сделать и другие заключения, хорошо исследовав строение кораллов.

Ученые могут по скелету и другим сохранившимся частям животного (кожа, мускулы, некоторые внутренние органы) восстановить не только его облик, но и образ жизни. Даже по части скелета (челюсти, черепу, костям ног) позвоночного можно сделать научно обоснованное заключение о строении животного, образе его жизни и ближайших родственниках как среди ископаемых, так и среди современных животных.

Непрерывность развития организмов на Земле — основной закон биологии, открытый Ч. Дарвином. Чем древнее животные и растения, населявшие Землю, тем они проще устроены. Чем ближе к нашему времени, тем организмы становятся сложнее и все более похожими на современных.

По данным палеонтологии и геологии, история Земли и жизни на ней разделена на пять эр, каждая из них характеризуется определенными организмами, преобладавшими в течение этой эры. Каждая эра разделяется на несколько периодов, а период в свою очередь — на эпохи и века. Ознакомьтесь со схемой хронологии истории Земли и жизни на стр. 245—246.

Ученые установили, какие геологические события и какие изменения в развитии живой

[1] Палеонтология — наука о древних организмах. Она ставит своей задачей выявить историю развития растений и животных.

природы происходили на протяжении той или иной эры, периода, эпохи.

Науке известно несколько способов определения возраста древних пластов, а следовательно, и времени существования тех или иных ископаемых организмов (см. стр. 244). Ученые установили, например, что возраст самых древних пород на Земле, архейской эры (от греческого слова «архайос» — древний), — около 3,5 млрд. лет. Разными способами была вычислена длительность геологических эр и периодов.

Эра, в которой мы живем,— самая молодая. Называется она кайнозойской — эрой новой жизни. Ей предшествовала мезозойская — эра средней жизни. Следующая по старшинству — палеозойская — эра древней жизни. Еще раньше были эры протерозойская и архейская.

Вычисление возраста далекого прошлого очень важно для понимания истории нашей планеты, развития жизни на ней, истории человеческого общества, а также для решения практических задач, в том числе научно обоснованных поисков полезных ископаемых.

Нужны секунды, чтобы увидеть, как передвинулась минутная стрелка; два-три дня, чтобы убедиться, насколько выросла трава; три-четыре года, чтобы заметить, как юноша становится взрослым. Требуются тысячелетия, чтобы подметить некоторые изменения в очертаниях материков и океанов. Время человеческой жизни — это неощутимое мгновение на грандиозных часах истории Земли, поэтому людям издавна казалось, что очертания океанов и суши постоянны, а животные и растения, окружающие человека, не изменяются. Знание истории и законов развития жизни на Земле необходимо каждому, оно служит фундаментом научного миропонимания и открывает пути покорения сил природы.

МОРЯ И ОКЕАНЫ — КОЛЫБЕЛЬ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

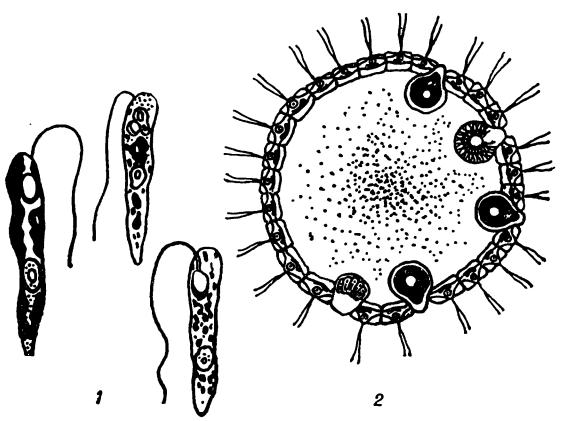
От начала архейской эры нас отделяет 3,5 млрд. лет. В слоях осадочных горных пород, накопившихся на протяжении этой эры, не обнаружено остатков организмов. Но бесспорно, что живые существа тогда уже были: в отложениях архейской эры найдены скопления известняка и минерала, похожего на антрацит, которые могли образоваться только в результате деятельности живых существ. Кроме того, в слоях следующей, протерозойской эры найдены остатки водорослей и различных морских беспозвоночных животных. Несомненно, что эти растения и животные произошли от более простых представителей живой природы, обитавших на Земле уже в архейскую эру.

Какими же могли быть эти древнейшие обитатели Земли, остатки которых не сохранились до наших дней?

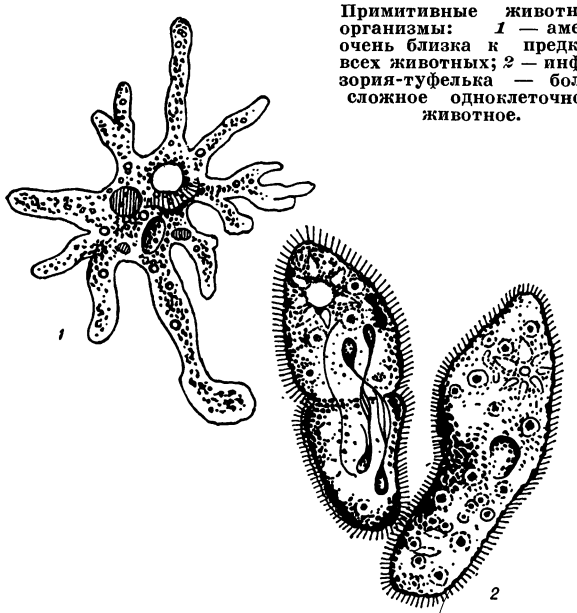
Академик А. И. Опарин и другие ученые считают, что первые живые существа на Земле представляли собой капли, комочки живого вещества, не имевшие клеточного строения (см. т. 4 ДЭ). Они возникли из неживой природы в результате длительного и сложного процесса развития. Первые организмы не были ни растениями, ни животными. Тела они имели мягкие, непрочные, быстро разрушавшиеся после смерти. Породы, в которых первые существа могли бы окаменеть, подвергаясь огромному давлению и нагреванию, сильно изменялись. По этой причине ни следов, ни остатков древних организмов не могло сохраниться до наших дней.

Проходили миллионы лет. Строение первых доклеточных существ все более усложнялось, совершенствовалось. Организмы приспосабливались к постоянно изменяющимся условиям существования. На одной из ступеней развития живые существа приобрели клеточное строение. Подобные примитивные мельчайшие организмы — микробы — и теперь широко распространены на Земле.

В процессе развития у некоторых древних одноклеточных выработалась способность поглощать световую энергию, за счет которой они



Жгутиковые — одни из древнейших и примитивных представителей одноклеточных: *1* — эвглена; *2* — жгутиковые-вольвоксы, состоящие из колонии клеток, свидетельствуют о происхождении многоклеточных организмов от одноклеточных.



Примитивные животные организмы: *1* — амеба очень близка к предкам всех животных; *2* — инфузория-туфелька — более сложное одноклеточное животное.

разлагали углекислоту и использовали освобождающийся углерод для построения своего тела. Так возникли простейшие растения — сине-зеленые водоросли, остатки которых обнаружены в древнейших осадочных отложениях.

В теплых водах лагун обитали бесчисленные одноклеточные организмы — жгутиковые. Они совмещали растительные и животные способы питания. Их представитель — зеленая эвглена,— вероятно, вам известен. От жгутиковых возникли различные типы настоящих растительных организмов: многоклеточные водоросли — красные, бурые и зеленые, а также грибы.

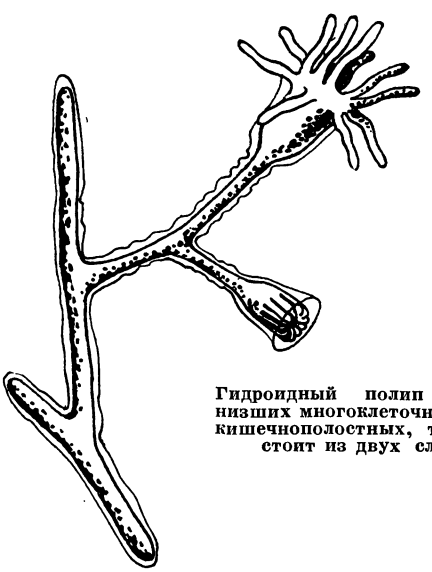
Другие первобытные существа с течением времени приобрели способность питаться органическими веществами, созданными растениями, и дали начало животному миру. Родоначальниками всех животных считают одноклеточных, похожих на амеб. От них возникли фораминиферы, радиолярии с кремневыми ажурными скелетами микроскопических размеров и инфузории.

Происхождение многоклеточных организмов до сих пор остается загадкой. Они могли произойти из колоний одноклеточных животных, благодаря тому что их клетки стали выполнять различные функции: питания, движения, размножения, защитные (покров), выделительные и др. Но переходных стадий не найдено.

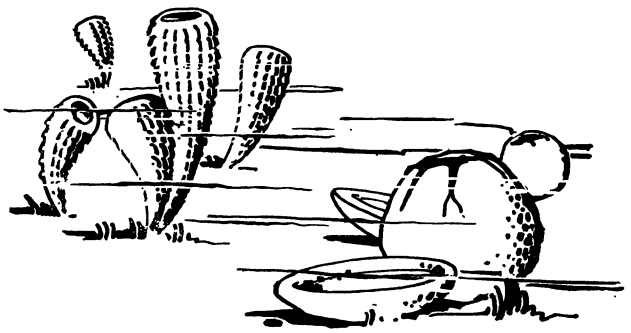
Появление многоклеточных организмов — это исключительный по значению этап в истории развития живых существ. Только благодаря ему стал возможен дальнейший прогресс: возникновение крупных и сложных организмов.

Изменение и развитие древних многоклеточных организмов происходили по-разному в зависимости от условий среды: одни стали малоподвижными, осели на дно и прикрепились к нему, другие сохранили и совершенствовали способность двигаться и вели подвижный образ жизни.

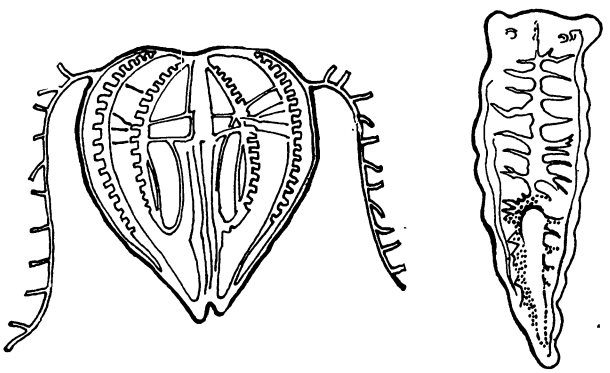
Первыми наиболее просто устроенными многоклеточными организмами были губки, археоциаты (похожие на губок, но более сложные организмы), кишечнополостные. Среди групп кишечнополостных животных — гребневиков, похожих на вытянутых медуз, находились будущие родоначальники обширной группы червей. Какая-то часть гребневиков постепенно перешла от плавания к ползанию по дну. Эта перемена образа жизни отразилась на их строении: тело сплющилось, появились различия между спинной и брюшной сторонами, начал обособливаться головной отдел, развился двигательный аппарат в виде кожно-мускульного мешка, образовались органы дыхания, сформировались двигательная, выделительная и кровеносная системы. Интересно, что у большинства животных и даже у человека кровь имеет соленость, близкую по составу к солености морской воды. Ведь моря и океаны были родиной древних животных. Самые примитивные черви имели мягкие покровы и в ископаемом состоя-



Гидроидный полип — представитель низших многоклеточных животных — кишечнополостных, тело которых состоит из двух слоев клеток.



Губки — древние, наиболее простые многоклеточные животные, тело которых не имеет тканей и органов.



Гребневик — представитель высокоразвитых кишечнополостных и его потомок — примитивный плоский червь. От плоских ползающих гребневиков произошли низшие черви.

нии до нас не дошли. Сохранились высшие — кольчатые черви. Они нередко покрыты прочным хитином (плотным веществом, часто с известью), щетинками или все тело животного заключено в известковые трубки. От древних кольчатых червей произошли членистоногие. Длинные суставчатые ноги этих животных уже были способны к довольно сложным движениям, головной мозг и вся нервная система усложнились. Впервые в животном мире у членистоногих появились совершенные глаза. Таковы были первые обитатели древних океанов.

Таким образом, жизнь в архейскую и протерозойскую эры была сосредоточена и развивалась в воде.

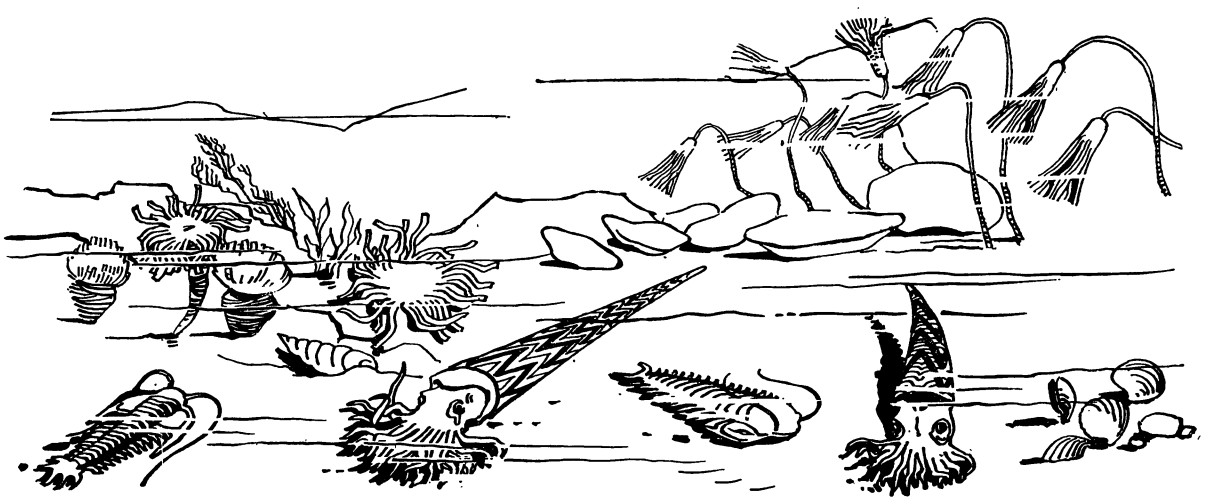
ДРЕВНЕЙШИЕ ОБИТАТЕЛИ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ

Палеозойская эра началась 570 млн. лет назад. От нее сохранились явные и многочисленные остатки и следы живых существ в земной коре.

Каменная летопись Земли дает нам возможность восстановить довольно полную картину жизни Земли такого далекого от нас времени.

Небо в тяжелых тучах. Часто слышатся раскаты грома, ослепительно сверкают молнии и чудовищной силы ливни проносятся над Землей. Когда золотистые лучи солнца пробиваются сквозь мощную толщу облаков, они окрашивают бескрайние моря в синий, а полосу безжизненной суши в кирпичный цвет. На суше нигде нет даже зеленого пятнышка.

Но в пронизанных и согретых лучами солнца водах моря кипит жизнь. Здесь многоцветный мир разнообразных животных и растений.



На дне силурийского моря.

ФАУНА И ФЛОРА КОНЦА ПАЛЕОЗОЯ

ЗЕМНОВОДНЫЕ:

1—5. Стегоцефалы.

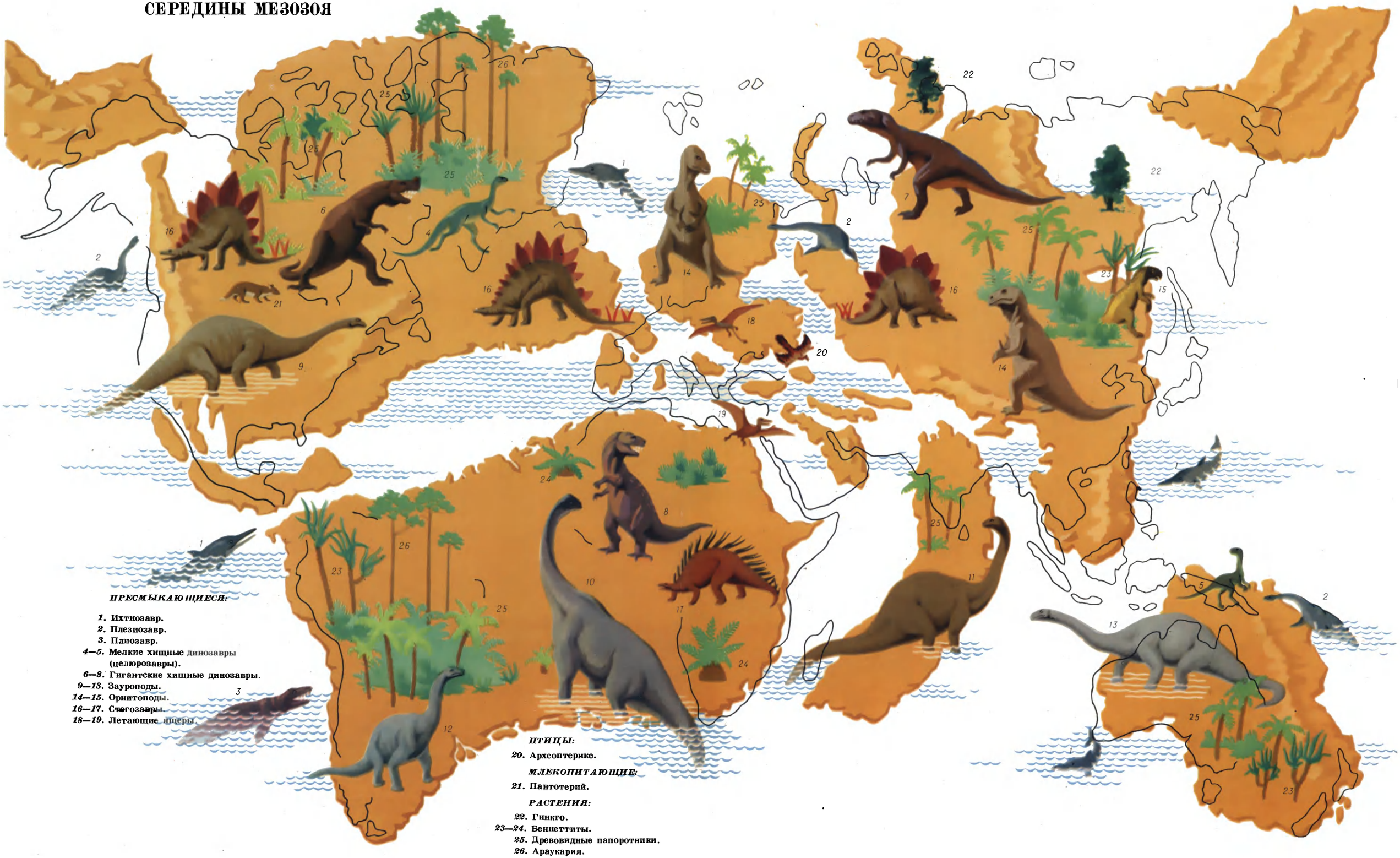
ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ:

6. Мелкий котилозавр.
7. Парейазавр.
8. Хищный диноцефал.
9. Растительноядный диноцефал.
10. Дицинодонт.
11. Зверозубое пресмыкающееся.

РАСТЕНИЯ:

12. Птеридоспермы и древовидные папоротники.
13. Сигиллярия.
14—15. Членистостебельные
16. Кордаиты.
17. Глоссоптерис.
18. Хвойные.

ФАУНА И ФЛОРА СЕРЕДИНЫ МЕЗОЗОЯ



ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ:

1. Ихтиозавр.
2. Плезиозавр.
3. Плиозавр.
4—5. Мелкие хищные динозавры (целюрозавры).
6—8. Гигантские хищные динозавры.
9—13. Зауроподы.
14—15. Орнитоподы.
16—17. Стегозавры.
18—19. Летающие ящеры.

ПТИЦЫ:

20. Археоптерикс.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ:

21. Пантотерий.

РАСТЕНИЯ:

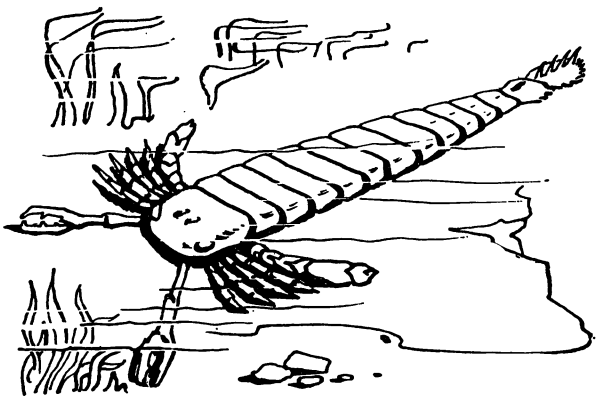
22. Гинкго.
23—24. Беннеттиты.
25. Древовидные папоротники.
26. Араукария.

Яркие губки и кораллы образуют подводные «леса». Мшанки слоистыми шапками и ветвями покрывают скалы, тут же родственники губок — археоциаты, или «древние бокалы», и великое множество различных водорослей. На дне копошатся и медленно плавают трилобиты — удивительные существа со многими плавательными ножками, которыми они загребают воду. Внешне они несколько напоминают гигантских мокриц. Трилобиты питаются мелкими донными животными и их остатками. При малейшей опасности трилобиты проворно зарываются в ил или сворачиваются колечком, подставляя врагу твердый хитиновый панцирь. А опасностей вокруг много! Даже самым крупным трилобитам, достигавшим 80 *см* в длину, приходилось остерегаться первобытных головоногих — предков теперешних спрутов. Головоногие скрываются в раковинах, то вытянутых в трубку конусом, то свернутых спиралью, подобно известным всем моллюскам-прудовикам. Вот медузы: их прозрачные колокола неторопливо и ритмично пульсируют. К скалистым выступам морского дна прикрепились известковыми стебельками крохотные и гигантские морские лилии. Мерцающими движениями щупалец они ловят пищу. Морские лилии, морские ежи, звезды и офиуры, или змеехвостки, и другие иглокожие, населяющие палеозойские моря, возникли от предков, о которых мы можем лишь догадываться. Вероятно, это были древние червеобразные животные, не имевшие ни внутреннего, ни внешнего скелета.

ПИОНЕРЫ СУШИ

Вода и суша — две основные среды, в которых совершалось историческое развитие жизни от низших организмов к высшим. В истории растительного и животного мира можно проследить постепенный переход от водной среды к наземной путем приобретения организмами соответствующих приспособлений.

Широкое освоение суши растениями и животными произошло в середине палеозойской эры. Это развитие шло сложными и запутанными путями. Вероятно, в это время в пресных водах суши уже обитали многочисленные организмы: из растений зеленые и сине-зеленые водоросли, бактерии, низшие грибы, из животных — одноклеточные корненожки, жгутиковые, ресничатые инфузории, различные беспозвоночные — кишечнополостные и черви.

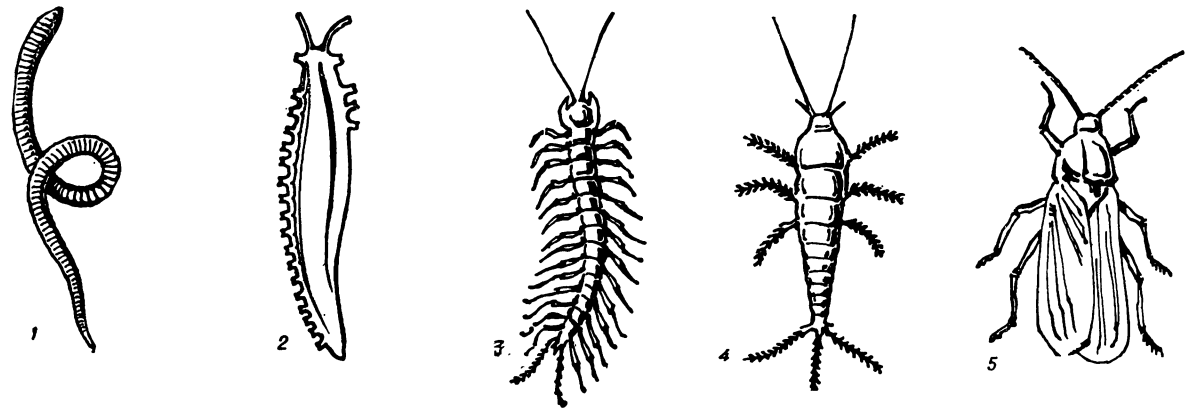


Ракоскорпион, похожий на современного мечехвоста, был страшным хищником и достигал 3 *м* в длину.

Жителей пресных вод можно по праву назвать пионерами жизни на суше. Тогда на Земле существовало три больших материка. Очертания их были не похожи на современные. Огромный материк простирался в северной половине земного шара от середины территории современной Северной Америки до Урала. Далее к востоку находился другой, менее крупный материк. Он занимал территорию Восточной Сибири, Дальнего Востока, части Китая и Монголии. На юге — в районе Африки — простирался третий материк (Гондвана). Климат был теплый. В силуре произошли горообразовательные движения, в результате которых появились горы Скандинавии, Средней Азии (Тянь-Шань), Сибири (Саяны). Это привело к поднятию материков и обмелению морей, появлению заливов, лагун. Некоторые из них опреснялись впадающими в них реками, другие становились солеными или совсем усыхали.

Именно в исчезающих, опресненных участках морей и других водоемов сама природа вынуждала некоторые виды водяных растений (зеленые водоросли и др.) приспосабливаться к жизни вне воды. В периоды мелководий и засух водные растения, у которых лучше были развиты корни, выживали. Проходили тысячелетия, и растения постепенно расселялись в прибрежной полосе суши, дав начало наземному растительному миру.

Тело наземных растений расчленено на части — стебель, листья и корни. Корень нужен для прикрепления и для добывания из почвы воды и солей (водоросли в корнях не нуждаются — они впитывают соли прямо из воды). Лист нужен наземному растению, так как в нем



От кольчатых червей произошли наземные членистоногие вплоть до высших их представителей — крылатых насекомых: *1* — кольчатый червь; *2* — перипатус; *3* — многоножка; *4* —бескрылое насекомое; *5* — крылатое насекомое.

концентрируется много хлорофилла и без него невозможен фотосинтез, стебель — для поддержки листьев и для связи их с корнями. Первые наземные растения росли по берегам морей и других водоемов. По своему строению эти растения похожи на мхи, плауны и отчасти на водоросли. Их назвали псилофитами, т. е. «голыми» или «лысыми» растениями, так как листьев они не имели. Их тело, подобно водорослям, не расчленялось еще на основные органы. Вместо корней у них имелись своеобразные подземные одноклеточные выросты — ризоиды. Размножались псилофиты при помощи спор, помещавшихся на концах ветви в спорангиях. Некоторые псилофиты стали настоящими сухопутными жителями, достигая подчас значительных размеров — 3 *м* высоты. Псилофиты существовали недолго. От них произошли более сложно устроенные хвощевые, плауновые и папоротникообразные растения.

Приблизительно в одно время с псилофитами на суше возникли мхи и грибы, организмы, близкие к водорослям.

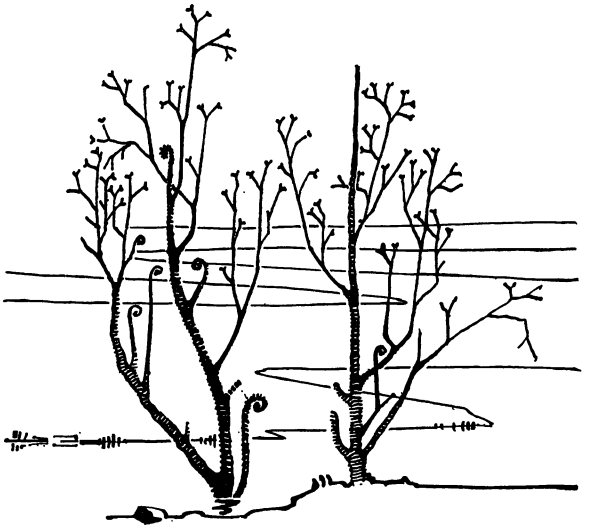
Вслед за растениями на сушу начали переселяться и животные — сначала беспозвоночные, а потом и позвоночные.

По-видимому, первыми из воды выбрались кольчатые черви (предки современных дождевых червей), моллюски, а также предки пауков, многоножек и насекомых — животных, которые во взрослом состоянии дышат трахеями — сложной системой трубок, пронизывающих все тело. Некоторые беспозвоночные того времени, например ракоскорпионы, были самыми крупными наземными животными. Они достигали в длину 3 *м*.

В гуще обитателей мелкого моря появились в ордовикском периоде первые позвоночные — панцирные рыбы с хрящевым внутренним скелетом.

Происхождение рыб — одна из больших загадок истории животного мира. Самые древние рыбы найдены в морских отложениях, а потом в континентальных: озерных и речных. Может быть, большая подвижность и приспособляемость рыб позволили им, вскоре после того как они возникли в море, переселиться в пресные воды суши.

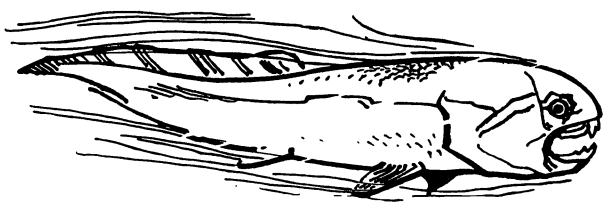
Тело древнейших панцирных рыб имело вместо костного скелета хрящевой, а снаружи оно было покрыто неподвижным костяным панцирем, который состоял из пластин, осо-



Псилофиты — древние наземные растения — еще не имели настоящих корней и листьев.

бенно крупных в передней части. В таком тяжелом костяном мешке рыбы были неповоротливы, а отсутствие настоящих челюстей заставило их питаться в основном мелкими донными животными. От близкой к панцирным рыбам ветви произошли рыбы с костным скелетом. От них позже возникли костистые, двоякодышащие и кистеперые рыбы. К концу девонского периода костные рыбы были самыми высокоорганизованными животными. Появление рыб — большое событие в истории жизни Земли. Ведь именно от них в дальнейшем, путем последовательного и длительного развития, произошли земноводные, пресмыкающиеся, птицы, звери и, наконец, человек.

В водоемах девонского периода, который начался 400 млн. лет назад, вода была теплая и их обитателям жилось привольно, если, конечно, не считать опасностей, подстерегавших повсюду. Моря девонского периода — это подлинный рай для рыб. Их было очень много, и некоторые рыбы достигали громадных размеров. Вот, например, гигант до 10 *м* в длину — динихтис. Даже не имея зубов, этот могучий хищник своими режущими челюстями без труда мог бы расправиться с крупным животным. Появились панцирные рыбы со свободными от брони хвостом и



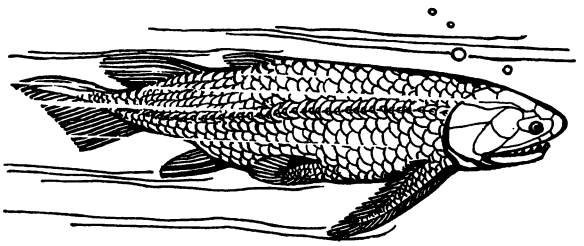
Динихтис — гигантская панцирная рыба, самый страшный хищник девонского периода.

задней половиной туловища. Таким рыбам легче удавалось нападать и защищаться. Но девонские моря не только пополнялись новыми организмами. Начали вымирать разнообразные трилобиты, ракоскорпионы и иглокожие. Среди беспозвоночных появились четырехжаберные головоногие моллюски со спирально свернутой многокамерной раковиной — аммониты.

В девоне уже существовали первые древние акуловые, первые лучеперые рыбы, двоякодышащие и самые «многообещающие» в смысле прогресса — кистеперые рыбы.

На суше к этому времени произошли большие перемены: материки стали подниматься, и площадь их намного увеличилась. Образовались многочисленные озера и реки, началось бурное развитие наземной растительности и сухопутных животных. Плоские побережья материков, полузатопленные водами и заболоченные, покрылись обильной растительностью.

В конце девона на земле росли леса из папоротников, хвощей, плаунов.



Девонская кистеперая рыба — близкий предок наземных позвоночных.

Одни из этих растений напоминали кустарники, другие — крупные деревья. В этих первобытных лесах уже жили насекомые и древние предки пауков.

В это же время произошло знаменательное событие в истории развития животного мира: девонские кистеперые рыбы стали превращаться в первых четвероногих, дышащих легкими животных — стегоцефалов. Они относятся к земноводным, или амфибиям, — самым примитивным наземным позвоночным. Колыбелью кистеперых рыб были пересыхающие реки и озера. В них могли развиться рыбы, которые стали передвигаться на упругих плавниках и «заглатывать» воздух. У кистеперых были не только настоящие «рыбьи» жабры, но и некое подобие легких. Добавочный способ получать кислород прямо из воздуха очень помогал им, когда вода из бассейнов испарялась. Такие рыбы дышали то жабрами, то выростами передней части кишечника (похожими на плавательный пузырь), стенки которых обильно пронизаны кровеносными сосудами.

Кистеперые рыбы считались вымершими в меловом периоде, около 70 млн. лет назад. Но в 1938 г. у берегов Южной Африки в Индийском океане рыбаки поймали необычную рыбу с плавниками в виде весел. Ее назвали латимерией. В 1952 г. у берегов архипелага Коморо в Индийском океане поймали еще одну латимерию. Эти рыбы оказались близкими

по строению к древним кистеперым рыбам — целакантам, населявшим моря около 60 млн. лет назад. Кистеперые рыбы имеют веслообразные грудные плавники — основные органы передвижения, в отличие от других рыб, плавающих при помощи гибкой хвостовой части туловища. Расцвет этих рыб относится к девонскому и каменноугольному периодам. Но их особое значение для эволюции наземного мира проявилось уже в девоне, когда от этих рыб произошли амфибии.

Развитые конечности позволяли кистеперым рыбам переползать из пересыхающих водоемов в места, где они находили воду. Способность дышать воздухом спасала их от гибели в «наземных» путешествиях. Под влиянием неблагоприятных для обычных рыб условий у кистеперых рыб постепенно развились из грудных и брюшных плавников четыре ноги, очень несовершенные и слабые, похожие на ласты с пятью костными лучами. Вот почему у всех наземных позвоночных животных четыре пятипалые конечности. А дальше все пошло ускоренным темпом. Животные начали утрачивать типичный рыбий хвост и превратились в стегоцефалов, или панцирноголовых амфибий, способных жить в воде и на суше. Слизистая кожа животных была не защищена от высыхания. Размножение и первые стадии жизни у стегоцефалов происходили в воде, в виде личинок, которые дышали жабрами (как у известных вам головастиков).

Древнейшего стегоцефала — ихтиостегу — вы видите на табл. 1 (стр. 240—241). У животного высокий, закругленный, как у рыб, череп. Оно обладало, как и рыбы, органом боковой линии, который лежит в замкнутом канале и сообщается с наружной средой при помощи отверстий в костяной крышке черепа. Строение зубов, позвонки и покрытый чешуей хвост были еще совсем, как у рыб. Но ихтиостеги уже обладали похожими на ласты лапами, с помощью которых они передвигались по суше. Дышали эти животные только легкими, хотя имели остатки жабр. Ихтиостеги большую часть жизни находились в воде, где ловили рыбу, червей, а на суше — насекомых. Ихтиостеги на суше или дне водоема были гораздо подвижнее своих предков — рыб. У ихтиостегов, кроме того, усложнились сердце, органы слуха, нервная система.

Болотистый лес каменноугольного периода с гигантскими хвощами и плаунами.

Следующий во времени период — каменноугольный (карбон), начавшийся около 320 млн. лет назад, был «царством» земноводных. К этому времени у них уже образовались конечности, вполне годные к настоящему хождению. Одни земноводные питались рыбой, другие — предпочитали насекомых и червей. А некоторые насекомые в то время, как в увлекательном романе английского писателя Г. Уэллса «Пища богов», достигали гигантской величины. Существа, подобные лягушкам, были величиной с бегемота. Стрекозы имели почти метр в размахе крыльев, огромные тараканы, клопы, различные пауки ползали в сумраке лесных и болотных зарослей.

Это был странный, чудовищный мир великанов-растений и гигантских амфибий, достигавших 4 *м* длины.

Стегоцефалы имели различный облик — то в виде водных змей, то были похожи на ящериц или крокодилов.

Удивительная растительность покрывала сушу. Колоссальные деревья — древовидные папоротники, плауны и хвощи, высотой до 50 *м* и более 3 *м* в диаметре, образовывали густые леса. С листвы деревьев непрерывным дождем капала вода. Густые шапки мхов покрывали ветви. Климат был очень теплый и влажный. Сырость пронизывала все вокруг, а тяжелый едкий туман по многу дней застаивался между деревьями, корни которых были погружены в черную маслянистую гнилую воду. В этом мрачном, перенасыщенном влагой безмолвном лесу неделями не проглядывало солнце и моросил мелкий теплый дождь.

Свое название «карбон» (по-латыни «карбон»— уголь) этот период получил в связи с образованием в то время огромных каменноугольных бассейнов.

ФАУНА И ФЛОРА СЕРЕДИНЫ КАЙНОЗОЯ

ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ:

1. Слоновая черепаха.
2. Крокодил

ПТИЦЫ:

3. Эпиорнис.
4. Гагара
5. Пингвин.
6. Пеликан.
7. Фламинго.
8. Гриф
9. Фороракус.

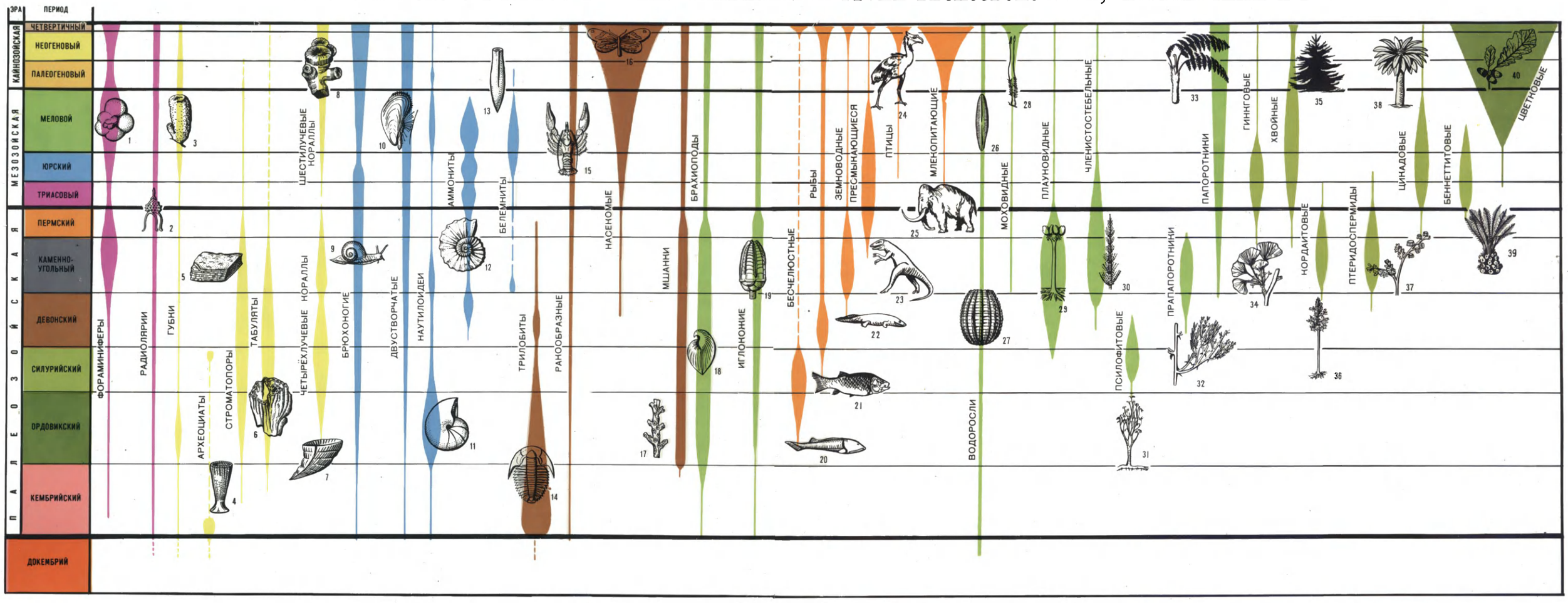
МЛЕКОПИТАЮЩИЕ:

10. Человекообразная обезьяна (проплиопитек).
11. Креодонт (гиенодон).
12—13. Саблезубые кошки.
14. Астрапотерий.
15. Арсинотерий.
16. Палеомастодонт.
17. Морская корова.
18. Копытное (макраухения).
19. Лошадь (мезогиппус).
20. Халикотерий.
21—22. Бронтотерии.
23. Мелкий носорог (аллацеропс).
24. Гигантский носорог (индрикотерий).
25. Двурогий носорог (дицератерий).
26—27. Гигантские свиньи.
28. Антракотерий.
29. Верблюд.
30—31. Олени.
32. Броненосец.
33. Ленивец.
34. Кит.

РАСТЕНИЯ:

35. Таксодиум.
36. Секвойя.
37. Араукария.
38. Куннингамия.
39. Ель
40. Сосна.
41. Бук, грецкий орех, дуб.
42. Пальма.
43. Камыши.

СХЕМА ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГЛАВНЕЙШИХ ГРУПП БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, ПОЗВОНОЧНЫХ И РАСТЕНИЙ



Примечание. На схеме приведены данные о развитии главнейших групп ископаемых организмов: беспозвоночных и позвоночных животных, а также растений. Цветные графики (раскрашенные произвольно) позволяют проследить, когда появились те или иные организмы, в какое время они достигали максимального развития и когда исчезали. Группы организмов, встречающиеся редко в ископаемом состоянии (медузы, паукообразные и др.), в схеме не показаны.

В группе **беспозвоночных** из типа простейших даны фораминиферы (1) и радиолярии (2); из многоклеточных — губки (3), археоциаты (4) и кишечнополостные (5—8), из которых изображены представители класса гидроидных (строматопоры, 5) и класса коралловых полипов — табуляты (6), четырехлучевые кораллы (7) и шестилучевые кораллы (8); моллюски: брюхоногие (9), двустворчатые (10) и головоногие — наутилоидеи (11), аммониты (12) и белемниты (13); из членистоногих — трилобиты (14), ракообразные (15) и насекомые (16); мшанки (17); брахиоподы (18); иглокожие (19).

Среди **позвоночных** показаны главнейшие группы (20—25), относимые к типу хордовых. Из них: рыбообразные бесчелюстные, к которым относятся древние панцирные рыбы (20) и современные миноги и челюстноротые — рыбы (21), земноводные (стегоцефал, 22), пресмыкающиеся (динозавр, 23), птицы (фороракус, 24) и млекопитающие (мамонт, 25).

Все **растения** (26—40) разделяются на низшие и высшие. Из низших растений показано распространение водорослей, из которых на схеме изображены диатомовые (26) и харовые (27). Из высших растений — моховидные (кукушкин лён, 28), плауновидные (сигиллярия, 29), членистостебельные (каламит, 30), псилофитовые (псилофитон, 31) и папоротникообразные (32—33). Из голосеменных изображены гинкговые (34), хвойные (35) и кордаитовые (36); птеридоспермиды (семенные папоротники, 37), цикадовые (38), беннеттитовые (39) и цветковые (40).

ДРЕВНИЕ ЯЩЕРЫ

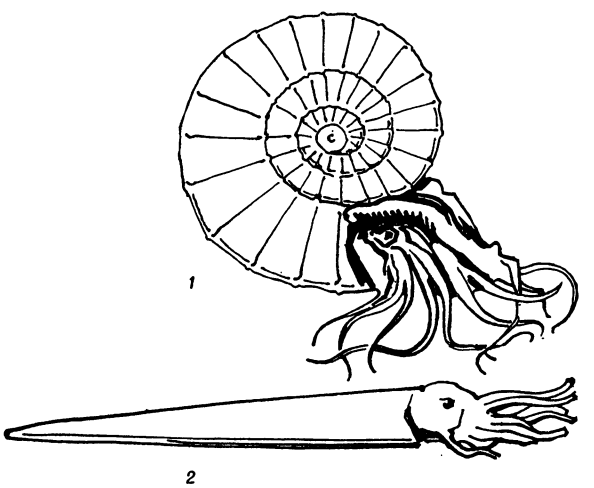
Со второй половины карбона начинают подниматься высокие горы: Аппалачи, Анды, Урал, Алтай, Тянь-Шань. Климат становится более прохладным и сухим. Бескрайние величественные сырые леса каменноугольного периода сокращаются, а степи и песчаные пустыни охватывают большие пространства планеты. Особенно это заметно в последнем периоде палеозойской эры — п е р м с к о м.

Уже к началу этого периода вымирают ракоскорпионы, трилобиты, многие четырехлучевые кораллы, древние морские лилии и ежи, многие плеченогие. Угасает мир амфибий. В морях становится все больше костных рыб и аммонитов. На суше растительность заменяется новой, приспособленной к умеренному континентальному климату. Появляются леса из г о л о с е м я н н ы х — х в о й н ы х и к о р д а и т о в, а в более теплых местах — п а п о р о т н и к и и г и н к г о в ы е.

Эти коренные изменения жизненной среды повлияли на развитие животных, и в первую очередь позвоночных. Среди желтых песков пустыни зелеными оазисами проступали невысохшие болота, где укрывались последние стегоцефалы. Некоторые из них постепенно приспосабливались к новым условиям: появились животные, у которых голая кожа начинала покрываться твердыми щитками, защищавшими тело от потери воды. Некоторые земноводные уже настолько изменились, что не откладывали яйца в воду, как это свойственно данному типу животных, а зарывали их в песок или в кучи гниющих растений. Это были уже первые п р е с м ы к а ю щ и е с я.

Как и земноводные, пресмыкающиеся не имели постоянной температуры тела и с заходом солнца «мерзли» в стынущем воздухе, жизненная активность их падала. Покров из ороговевшей кожи хорошо предохранял тело пресмыкающихся от высыхания. Они откладывали на суше крупные яйца с большим запасом питательного желтка. Минуя водную личиночную стадию, зародыш развивался во вполне сформировавшееся наземное животное. У пресмыкающихся намного совершеннее, чем у земноводных, скелет, мускулатура, кровеносная и нервная системы. Поэтому пресмыкающиеся сразу же занимают первое место среди животного мира в условиях засушливого климата пермского периода. Они заселяют многие области суши и в сравнительно короткий срок (несколько миллионов лет) достигают высшего типа своей организации. Пермские пресмыкающиеся дают начало многим группам пресмыкающихся следующей эры (мезозоя) и ближайшим предкам млекопитающих. Поэтому пермский период — исключительно важный этап в истории наземных позвоночных: с этого времени они стали «г о с п о д с т в у ю щ и м и» животными на планете.

Пресмыкающиеся пермского времени вели различный образ жизни. На равнинах Северной Америки жила с е й м у р и я, животное длиной в 80 *см*. В ее строении имеются черты и пресмыкающегося, и земноводного. Подобны ей л а н т а н о з у х и к о т л а с с и я (см. табл. 1), древние пресмыкающиеся, найденные в пермских отложениях Европейской части СССР. У этих животных, как у земноводных, имелся непарный затылочный мыщелок, зубы, как у стегоцефалов, многочисленные ребра (от шеи до хвоста) и короткие, мас-



Головоногие моллюски: *1* — аммонит; *2* — белемнит.

сивные конечности. Но не менее четко выступали и признаки пресмыкающихся: построение ряда костей черепа и позвонков, кожные окостенения и др. Животные с такими «двойственными» чертами анатомии приводили палеонтологов в состояние растерянности: трудно было решить, к какой группе животного мира их отнести. Оказалось, что эти животные — промежуточная группа. Их назвали л я г у ш к о я щ е р а м и.

Каменные страницы летописи Земли дают достаточно материала, чтобы представить себе природу нашей планеты пермского периода. Большие заросли крупных папоротников и голосемянных растений занимали каменистые

пустыни. Гигантские леса из сигиллярий и лепидодендров окружали растрескавшиеся пространства высохшей тины. Со страшным свистом неслись тучи песка, и далеко раздавался треск надломленных стволов деревьев. А внизу, у их ветвящихся корней, прятались щекастые ящеры парейазавры — бегемотоподобные медлительные создания, прикрытые панцирем из костных пластин и с костяными выростами на морде. Их слабые челюсти были способны жевать только мягкие растения. Сквозь лесные дебри к стаду парейазавров подкрадывались гигантские хищники (тела их длиной в 3 *м*) — иностранцевии с острыми мордами и громадными клыками. Для парейазавров это были опаснейшие враги. А вот дицинодонт, или двуклыкий. Он очень страшен на вид, но на самом деле не так уж опасен, хотя у него два огромных клыка в верхней челюсти да роговые чехлы, подобные черепашьим. Пресмыкающиеся были удивительно разнообразны: одни похожи на волков, другие— на гиен, куниц или грызунов. Но это внешнее сходство: млекопитающих еще не было на Земле.

За внешнее сходство с млекопитающими эти животные названы звероподобными пресмыкающимися.

Среди них были зверозубые, или териодонты,— животные, стоящие ближе других к самым первым млекопитающим. Зубы у териодонтов, как и у млекопитающих, различались по форме. Териодонты имели резцы, клыки и бугорчатые коренные. Нижняя челюсть состояла в основном из одной зубной кости, а не из нескольких костей, как у рыб, земноводных, типичных пресмыкающихся. Но еще больше сближают их с млекопитающими такие признаки, как развитие вторичного костного нёба, отделившего носоглотку от ротовой полости. Животные могли жевать пищу, а не только ее захватывать и глотать, как низшие позвоночные. Строение лопатки, таза и некоторые другие особенности тела териодонтов также сближали их с млекопитающими, предками которых они были.

«ЦАРСТВО» ЯЩЕРОВ

Триасовым периодом открывается новая эра в истории Земли — мезозойская, или эра средней жизни. В течение ее происходило много событий на нашей планете. Чередовались сухие и влажные периоды, иногда бурно протекала вулканическая деятельность.

В начале мезозоя суша занимала громадные площади, но с середины эры распространились моря и затопили большие территории Земли. В конце эры произошло мощное горообразование и размеры материков снова увеличились. Изменение природной среды оказывало большое влияние на развитие животных и растений.

Моря мезозоя лишились многих групп организмов, процветавших в палеозое. Четырехлучевые кораллы сменились шестилучевыми, вымерли трилобиты, на смену плеченогим пришли двустворчатые моллюски. Большого расцвета достигли в море головоногие моллюски — аммониты и белемниты, а на суше «царствовали» пресмыкающиеся. Они приспособились также к жизни в море и в воздухе.

В мезозое появились все высшие представители растительного и животного мира: цветковые растения, двукрылые и перепончатокрылые насекомые, костистые рыбы, птицы и даже млекопитающие.

Последние панцирноголовые земноводные триаса достигли огромных размеров — до 5 *м*! Это были страшные хищники, проводившие всю жизнь в воде. К числу таких гигантов относится мастодонзавр с черепом длиной в метр, составлявшим почти треть всего тела.

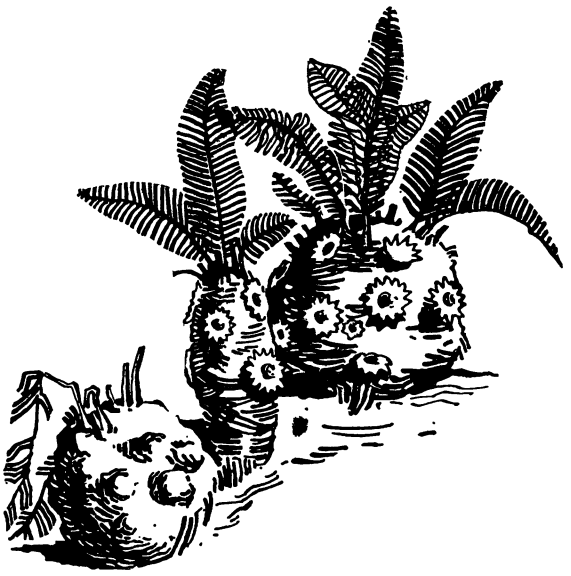
Условия жизни в мезозое способствовали развитию новых видов пресмыкающихся. Многие из них вернулись к водному образу жизни. Сначала они освоили побережья, богатые кормами, затем их потомки совсем оставили сушу и поселились в море. На суше появились многочисленные двуногие архозавры. Хождение на двух ногах было полезным приспособлением к жизни среди высокой растительности: поднятое тело позволяло лучше и дальше видеть врага или добычу.

В юрский и меловой периоды большие участки материков погрузились в море и огромные пространства планеты залила вода. Климат был мягкий, ровный и теплый. Никаких признаков похолодания на Земле не обнаружено.

В океанах и морях процветали беспозвоночные. Разнообразны были и рыбы. Мезозойские акулы по своему строению близки к современным.

На громадных пространствах от Японских о-вов до о-вов Великобритании, от Новосибирских о-вов до Южной Африки и Австралии

флора была однообразна. Это объясняется создавшимися на суше климатическими условиями: довольно высокой влажностью и высокими температурами. Большие площади занимали леса и заросли из древнейших хвойных,



Саговники, или цикадовые,— голосемянные растения с короткими клубневидными стеблями—были широко распространены в мезозойскую эру и, вероятно, служили пищей для многих растительноядных пресмыкающихся.

гинкговых, беннеттитов (см. рис. на стр. 240) и саговников с подлеском из мелких папоротников, мхов, хвощей и плаунов.

С юрского периода пресмыкающиеся достигли огромной численности и разнообразия. Они становятся подлинными «властелинами» моря, суши и воздуха. Появляются новые отряды пресмыкающихся, в том числе речные крокодилы, черепахи и ящерицы.

В юрский период начался бурный расцвет замечательной группы пресмыкающихся — динозавров. «Документы» архива природы дают возможность представить себе природу юрского периода. На обширных болотах под кронами гигантских, расширяющихся у основания болотных кипарисов таился сумрак. Где почва была суше, росли пушистые магнолиевые леса. В сухих местах, не боясь горячих лучей солнца, селились саговники с аккуратными желто-зелеными кожистыми листьями семиметровой длины. Удивительные эти листья похожи на перья сказочных птиц. Бывали саговники круглые, как бочонки, с султанами перьев наверху, очертаниями напоминающие гигантский ананас. Встречались леса гинкго. Листья этих деревьев очень подвижны, они поворачиваются вслед за солнцем, становясь к нему ребром, словно огромные веера. До наших дней уцелел лишь один род гинкго. Теперь эти красивые деревья сохраняют в Японии и Китае как декоративные растения.

С восходом солнца от ночного оцепенения пробуждался мир пресмыкающихся, а среди них «хозяева» Земли — динозавры. Слышалась тяжелая поступь гигантов. Вот чудовище высотой метров в восемь шумно втягивает в себя воду. Это диплодок. У него небольшая, похожая на птичью головка и совсем крошечный мозг. Такой мозг не может справиться с «обслуживанием» громадного тела. В помощь ему природа позаботилась о втором мозге — в крестце. Этот второй мозг значительно превосходил размерами головной (см. табл. 3).

Динозавры составляли два крупных разных отряда — ящеротазовых и птицетазовых. Ящеротазовые были самыми крупными великанами животного мира, которые когда-либо ходили по Земле. Животные имели очень длинную шею и хвост, а туловище во много превосходило туловище слона! Бронтозавры, диплодоки и брахиозавры достигали длины в 35 *м* (длина крупного кита), высота в спине бывала 9 *м*, и весили до 60 *Т*! Они были четвероногими и могли поднимать высоко шею. Эти гиганты жили на побережьях морей, больших озер и питались мягкой растительной пищей.

В юрском периоде появились хищные ящеры— карнозавры, ходившие и бегавшие на двух ногах. Передние конечности у них были укорочены. Вес этих динозавров достигал 5—7 *Т*, а высота 6—8 *м*.

В морях мезозоя жили восьмиметровой длины рыбоящеры, похожие на дельфинов,— ихтиозавры. Эти животные обладали спинным плавником, ластами и рыбьим хвостом. Они превосходно плавали. Ихтиозавры не могли выбираться на сушу и рождали живых детенышей прямо в море.

Постоянными соперниками ихтиозавров по разбою среди рыбьих косяков были плезиозавры — животные с укороченными бочкообразными телами с двумя парами ластов и длинной шеей, маленькой головкой, усаженной острыми зубами, и хвостом без плавника. Их главным органом плавания были мощные, громадные ласты-плавники. Несовершенные «мореходные» формы туловища и конечностей плезиозавров в сравнении с ихтиозаврами

вынуждали животных держаться близ берегов и в бухтах, где они укрывались от штормов. Плезиозавры со своей длинной шеей и хвостом достигали 16 *м* длины.

В воздухе носились летающие ящеры — птерозавры, или крылоящеры. Они были двух основных типов: рамфоринхи — с длинными узкими крыльями и длинным хвостом-рулем, летавшие планирующим полетом, и более мелкие ширококрылые и короткохвостые — птеродактили. Последние порхали, точно гигантские бабочки. Крылья у летающих ящеров были образованы боковой кожной складкой тела и поддерживались длинным четвертым пальцем передней конечности. Птерозавры имели полые кости, что облегчало вес тела и способствовало полету. Такое же строение скелета мы видим у современных птиц.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПТИЦ, МЛЕКОПИТАЮЩИХ, ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ И ВЕЛИКОЕ ВЫМИРАНИЕ ЯЩЕРОВ

Летающие ящеры и птицы произошли от общих предков. Что они представляли собой, мы можем лишь предполагать. Во всяком случае, передние и задние конечности этих пресмыкающихся животных начали покрываться перьями, возникшими от удлинения и расщепления кожных чешуй. Такое приспособление позволяло предкам птиц совершать планирующие прыжки сначала с ветки на ветку, а затем с одного дерева на другое.

Особенно заметно родство между птицами и пресмыкающимися у юрских древних птиц — археоптериксов. Они населяли заросли из араукарий, саговников и беннеттитов на берегах заливов, рек, озер, болот. Археоптериксы не превышали размерами голубя. Хвосты у них были длинные, как у ящериц, очень гибкие, но покрытые перьями, сидевшими попарно против каждого хвостового позвонка. Перья покрывали все тело и ноги животного (см. табл. 2).

Несмотря на принадлежность археоптериксов к птицам, в их строении сохранились признаки, унаследованные от предков пресмыкающихся: слабая грудина, к которой прикреплялись летательные мышцы, брюшные ребра, как у современных крокодилов, длинный хвост из 18—20 позвонков, зубы. На крыльях археоптерикс имел три пальца, снабженных коготками. Археоптериксы лазали по ветвям, летали они плохо, но могли совершать длинные планирующие прыжки.

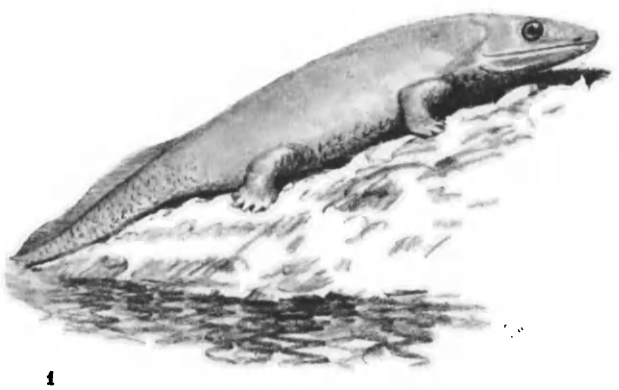
В юрском периоде появились первые млекопитающие. До сих пор плохо изучен начальный период их развития. Для ученых остается еще загадкой вопрос, почему у млекопитающих есть общие признаки с земноводными, хотя эти признаки исчезли у пресмыкающихся, например обилие кожных желез, левая дуга аорты и др. Сейчас установлено, что млекопитающие произошли от зверозубых пресмыкающихся — териодонтов. Ученым удалось проследить пути развития териодонтов и обнаружить у этих животных развитие свойств, присущих исключительно млекопитающим.

Особенно много таких признаков имели южноафриканские териодонты: по строению скелета, образу жизни они мало отличались от настоящих млекопитающих. Вторичное костное нёбо позволяло им непрерывно дышать во время еды, а сложные зубы — хорошо пережевывать пищу. Как и млекопитающие, териодонты держались на вертикально выпрямленных ногах. Мы можем предполагать, что эти животные были уже теплокровными и детенышей вскармливали молоком.

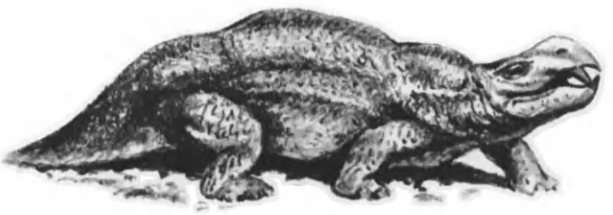
Возникновение млекопитающих тесно связано с изменениями зародышевого развития: переходом от откладывания яиц, которые согревало в основном солнечное тепло, к развитию зародышей в утробе матери и рождению живых детенышей.

Шишка («цветок») голосемянного беннеттита (*1*) очень напоминает цветок магнолии, если удалить его лепестки (*2*). Это говорит о происхождении покрытосемянных растений от голосемянных. *3* — цветок магнолии.

ДРЕВНЕЙШИЕ НАЗЕМНЫЕ ПОЗВОНОЧНЫЕ



1



2

1. Древнейший стегоцефал — ихтиостега.

2. Зверообразные пресмыкающиеся — дицинодонты — имели во рту всего два зуба — верхние клыки.

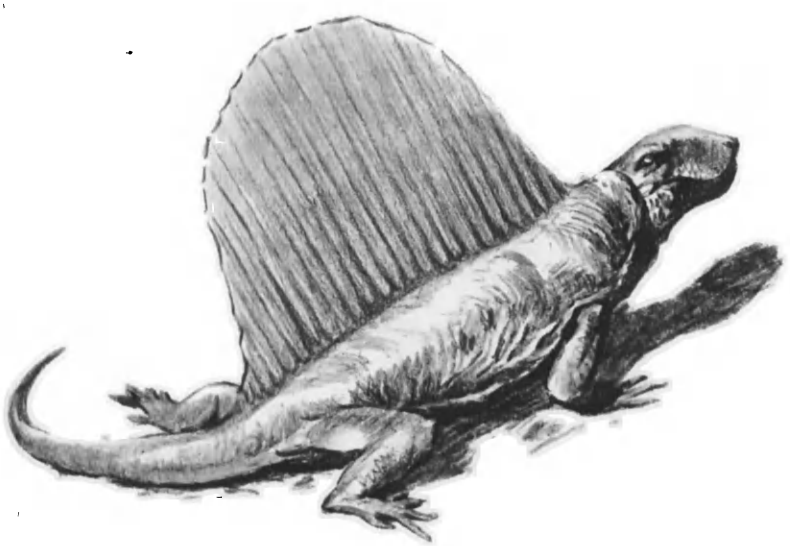
3. Триасовые стегоцефалы были преимущественно жителями водоемов.

4. Диметродон — представитель пеликозавров; отростки позвонков у него достигали почти метра в длину и образовывали гребень с натянутой перепонкой.

5. Котлассия относится к промежуточной группе между земноводными и пресмыкающимися.

(Рисунки Е. К. Флерова).

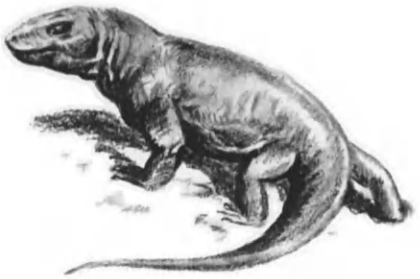
3



4

5

ПОЗВОНОЧНЫЕ МЕЗОЗОЯ — ОБИТАТЕЛИ ВОЗДУХА, СУШИ И МОРЯ



1

1. Представитель циподонтов — циногнат — строением тела очень похож на млекопитающих.

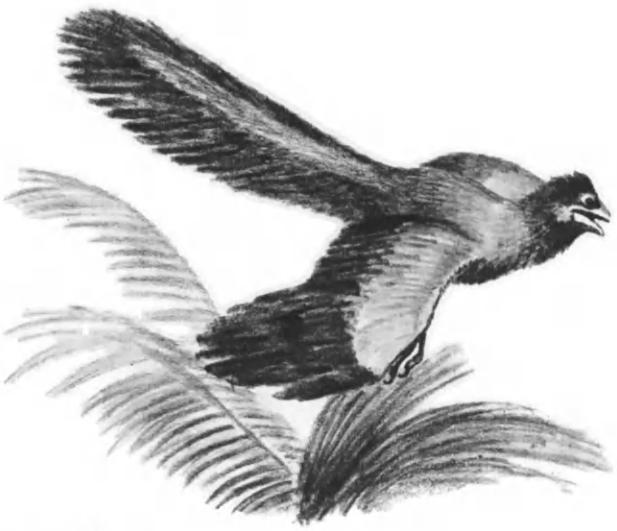
2. Первоптица — археоптерикс.

3. Текодонты были небольшими животными, напоминающими ящерицу, но передвигались они на двух ногах.

4. Плиозавр относится к крупным морским пресмыкающимся, широко распространенным в юрский период.

5. Рыбоподобное пресмыкающееся — нхтиозавр.

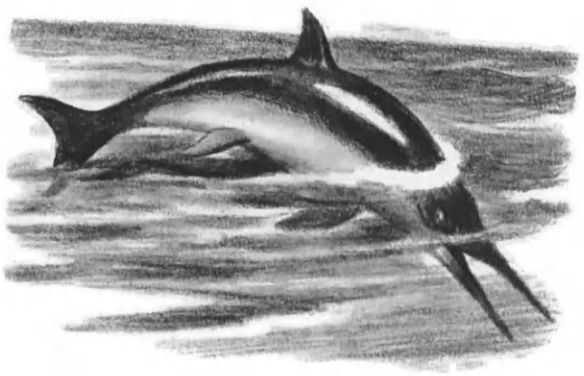
(Рисунок К. К. Флерова).



2

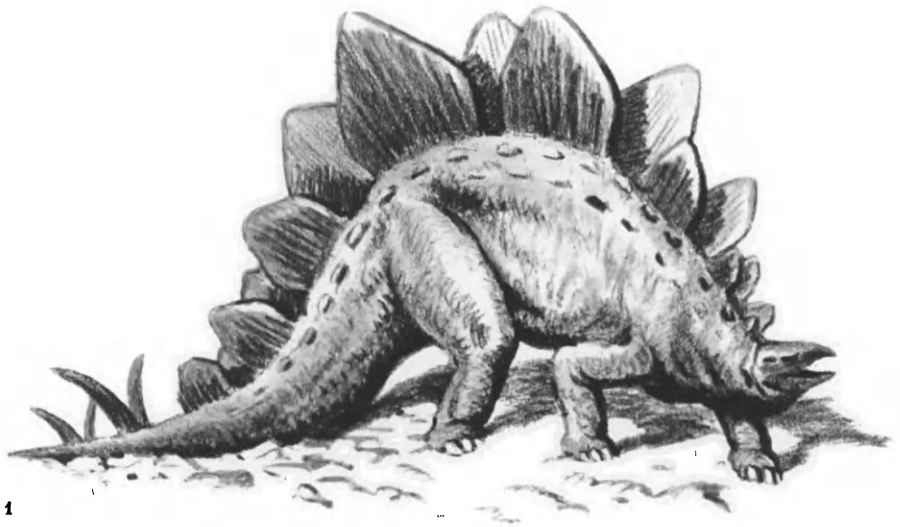
3

4

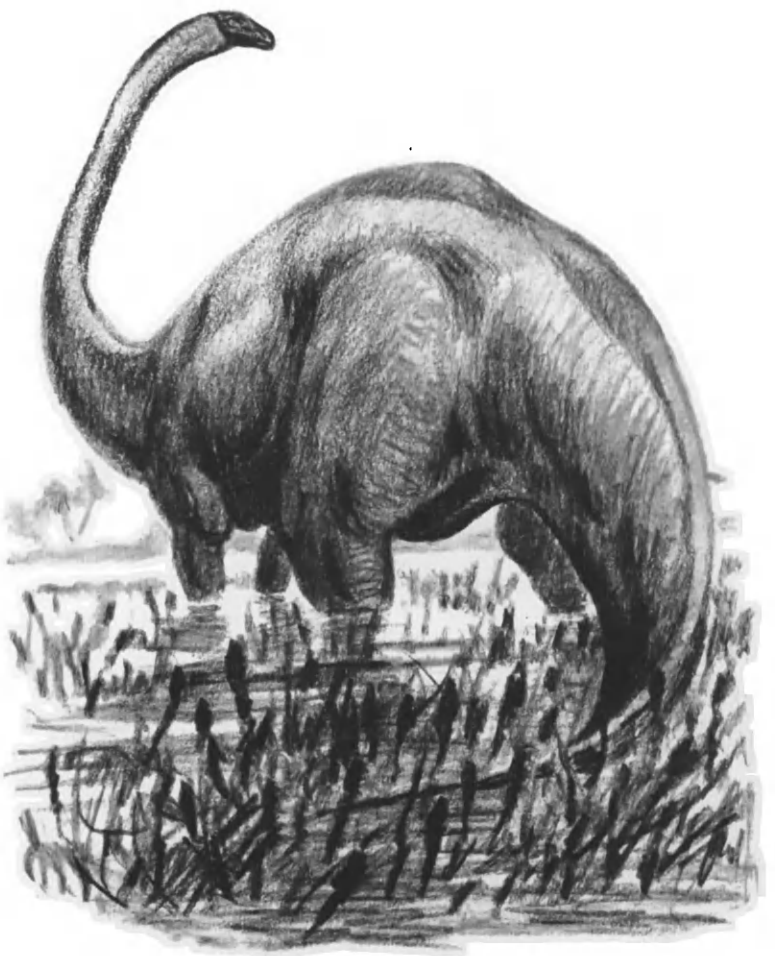


5

ДИНОЗАВРЫ СЕРЕДИНЫ МЕЗОЗОЯ



1



2

1. **Стегозавр — громадный травоядный ящер; два ряда треугольных костных шипов на спине защищали его от хищников.**

2. **Диплодок достигал 30 *м* длины и был одним из самых крупных животных, обитавших когда-либо на Земле.**

(***Рисунок К. К. Флерова***).

ЛЕТАЮЩИЙ ЯЩЕР И ДИНОЗАВР КОНЦА МЕЗОЗОЯ

1

1. **Гигантский летающий ящер — птеранодон, достигавший 8 *м* в размахе крыльев.**

2. **Тираннозавр — исполинский двуногий хищный ящер — был страшным врагом всех наземных животных.**

(*Рисунок К. К. Флерова*).

2

ДИНОЗАВРЫ КОНЦА МЕЗОЗОЯ

1

1. **Панцирный динозавр; его тело сверху защищал костный панцирь, образовавшийся из сросшихся костных щитков с короткими острыми шипами.**

2. **Рогатый динозавр — стиракозавр. Задняя часть его черепа разрослась в костный «воротник», по краям которого торчали громадные острые шипы.**

(Рисунки Е. К. Флерова).

2

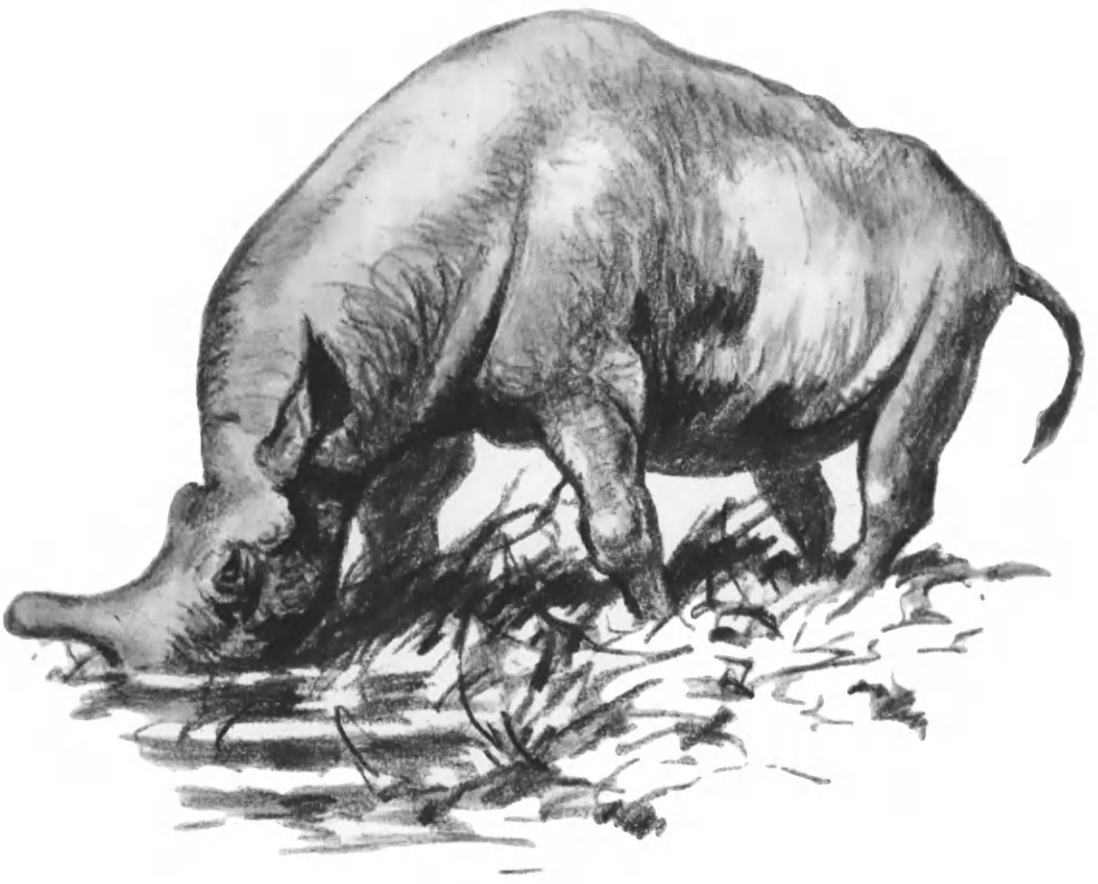
ДРЕВНИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

1

1. Предок настоящих хищных млекопитающих — креодонт.

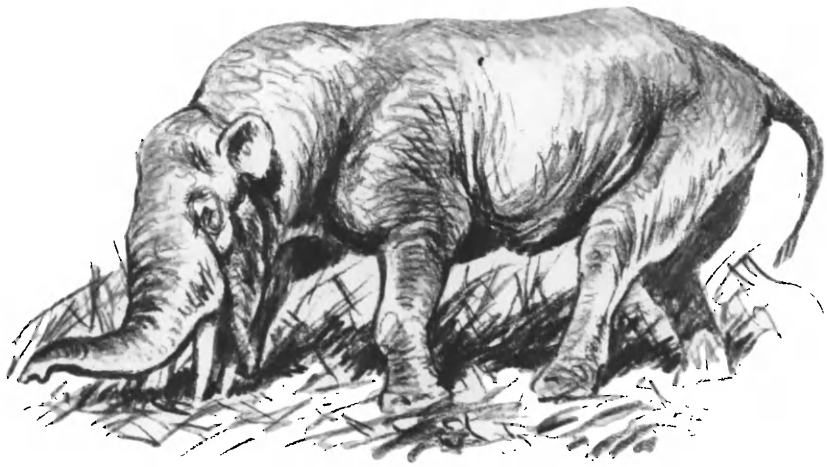
2. Титанотерий — крупное носорогообразное животное.

(*Рисунок К. К. Флерова*).



2

ГИППАРИОНОВАЯ ФАУНА

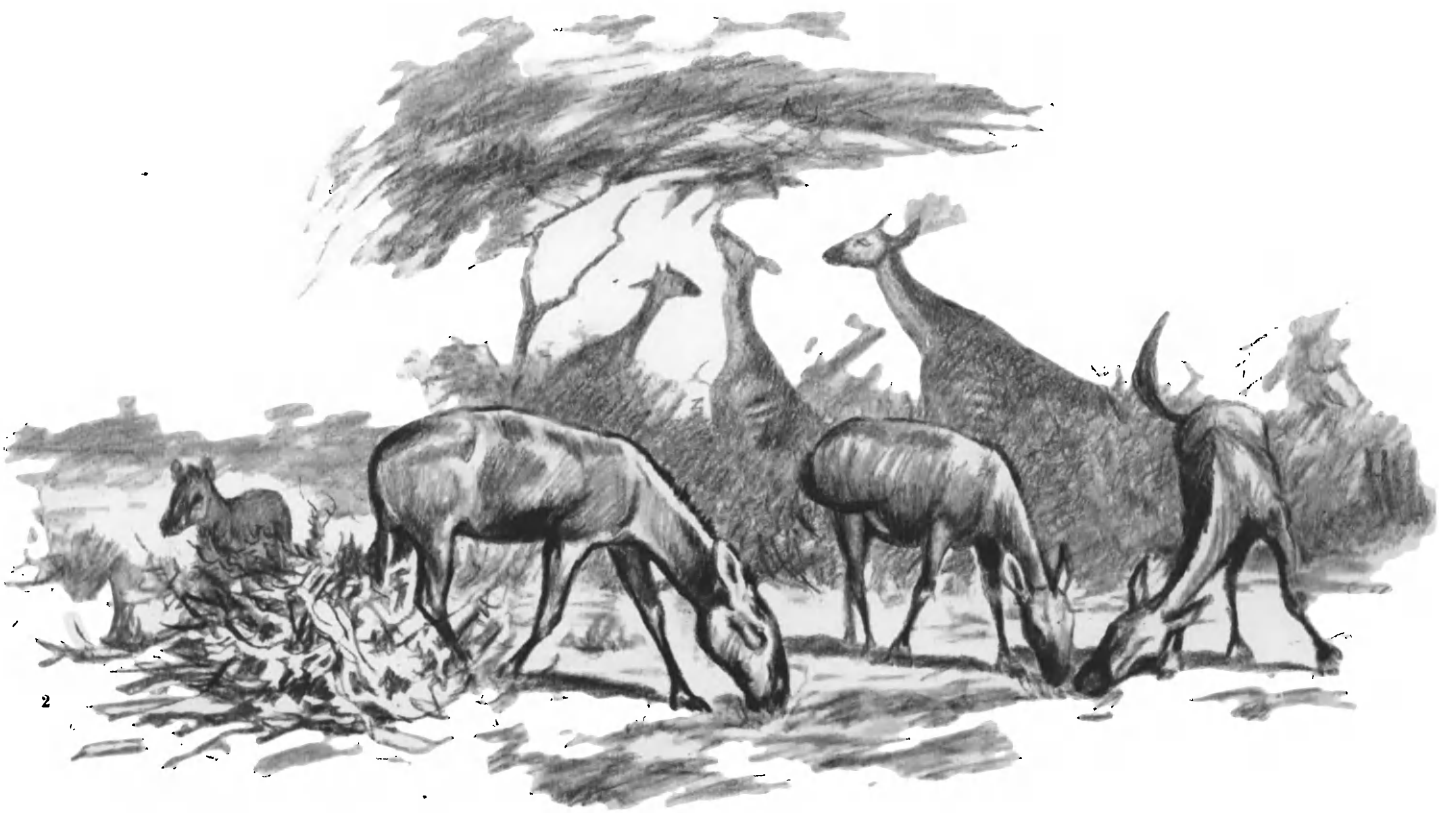


1

1. **Мастодонт — древнее хоботное животное — в отличие от слонов имел не только верхние, но и нижние бивни.**

2. **Гиппарионовая фауна. На переднем плане трехпалые лошади — гиппарионы, вдали — жирафы.**

(*Рисунок К. К. Флерова*).



2

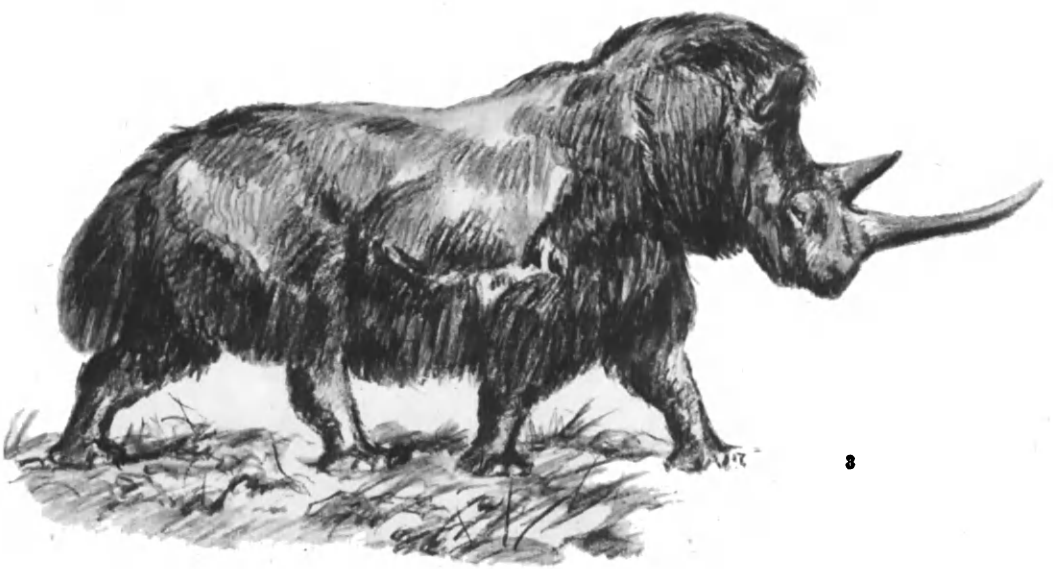
ЖИВОТНЫЕ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

1

1. **Громадная саблезубая кошка — смилодон.**
2. **Элясмотерий — животное из группы носорогов.**
3. **Волосатый носорог.**

(*Рисунки К. К. Флерова*).

2



3

Тело предков млекопитающих, по-видимому, покрывали чешуя и волосы. Это были незаметные, мелкие пресмыкающиеся, которые вели скрытый образ жизни. Они дали начало самым прогрессивным позвоночным — млекопитающим, сменившим «владык» мезозоя — динозавров.

А на суше, словно она готовилась в новом наряде встретить наступление новой эры, тоже происходила замечательная смена растений. Еще в начале мелового периода появляются первые цветковые растения, а к концу его новая растительность вытесняет старую.

Как произошли цветковые растения, еще не совсем выяснено: может быть, они возникли от каких-то групп голосемянных в галерейных лесах полупустынь, расположенных вдоль речных долин в областях особенно интенсивного солнечного облучения. Они могли также возникнуть и на неизвестных нам участках суши, затем погрузившихся в океан.

Среди хвойных деревьев в это время встречаются сосны, ели, кедры, гигантские мамонтовы и красные деревья, араукарии.

Изменения в растительном мире планеты— событие величайшей важности. Не произойди оно, затормозилась бы и эволюция животного мира. Появление цветковых растений обеспечило быстрое развитие таких высших классов животных, как насекомые, птицы, млекопитающие. Увеличилась «кормовая» база, и пища стала разнообразнее.

В свою очередь и животные — насекомые, птицы и млекопитающие — сыграли большую роль в развитии цветковых растений, помогая перекрестному опылению цветов и распространению плодов и семян.

Представим себе картину жизни на Земле в конце мелового периода. Спал иссушающий дневной зной, и в вечернем сумраке появляется одинокая гигантская фигура на двух ногах. У животного двухметровой длины голова и крохотные недоразвитые «ручки» с двумя пальцами. «Ручки» так малы, что не в состоянии дотянуться до морды и не могут удержать добычу. Это какой-то непонятный придаток к огромной туше. В пасти животного, всегда оскаленной, многочисленные двадцатипятисантиметровые зубы. Нижняя часть туловища массивна, она сплющена с боков. Что-то птичье во всем облике этого гигантского хищника. Его морда и огромные с тремя чудовищными когтями ноги забрызганы кровью жертвы, с которой он только что расправился. Это величайший хищник всех времен — тираннозавр — ящер-тиран, гроза и повелитель всего живого в меловом периоде. Длина его 17 *м*, высота 9 *м*, а вес более 10 *Т*. В вечернем мраке трудно рассмотреть жертву тираннозавра, но это, несомненно, один из утконосых динозавров, которые обитают в речных заводях и топких болотах. На передних лапах животного перепонки, а на задних — по три копыта. У всех утконосых динозавров строение тела почти одинаково, но головы отличаются разнообразием: у зауролофа на «затылке» костный вырост, а у его близкого родича — паразауролофа — странный костяной гребень. Назначение этих «украшений» до сих пор неясно, но, вероятно, они связаны с особым способом дыхания. Утконосые динозавры были беззащитны, хотя их рост мог достигать 12 *м* при весе в 20 *Т*! (см. табл. 4—6).

Из джунглей выйдем на опушку араукариевых лесов. Мы застанем здесь последних птеродактилей и «живых» планеров — птеранодонов, самых крупных летающих существ. Размах их крыльев достигает 8 *м*! Метровый беззубый клюв птеранодонов разил добычу без промаха.

Мелкие, незаметные, беззащитные млекопитающие жили тогда в теплых влажных лесах, где прятались в норы у корней лесных гигантов.

К концу мезозоя вымирают все группы динозавров и многие отряды пресмыкающихся. Вымирание ящеров связано с изменением внешних условий: климата, рельефа, растительности, к которой не были приспособлены их зубы и пищеварительная система, а также биологической обстановки — развитием новых групп растений и животных. Все эти причины, вероятно, действовали неблагоприятно. Мы не знаем еще, что послужило причиной такой массовой гибели недавних могучих «владык» планеты, но остается очевидным, что утро первого дня нового мира — мира птиц и млекопитающих — в живых застало лишь немногих ящеров-гигантов.

ЭРА НОВОЙ ЖИЗНИ

Следующий крупный этап в развитии органического мира — кайнозойская эра. Из недавнего мира ящеров в новую эру жизни, длившуюся около 70 млн. лет, перешли лишь немногочисленные группы пресмыкающихся: ящерицы, змеи, крокодилы, черепахи.

С самого начала третичного периода новой эры ведущее место принадлежит

млекопитающим. Начался «век» млекопитающих. Процесс изменений этого класса животных шел очень быстро. Уже в начале кайнозойской эры появились все основные группы современных млекопитающих, в том числе и обезьяны.

Быстрое развитие этого класса животных обусловлено их исключительными способностями приспособляться к постоянно меняющимся условиям жизни.

В кайнозойскую эру образовались Альпы, Карпаты, Пиренеи, Гималаи и другие горы. Мощные извержения больших вулканов потрясали нашу планету. Моря наступали на сушу и затем распадались на мелкие опреснявшиеся бассейны. На Земле появились более резко выраженные климатические зоны.

Развитие цветковых растений тоже сыграло важную роль в эволюции млекопитающих. Обезьяны, например, могли появиться и развиться лишь в связи с цветковыми растениями: их основной пищей служат плоды, ягоды и семена.

Наиболее древние третичные млекопитающие в своей организации имеют черты многих различных групп животных. Самой примитивной и древней группой млекопитающих были яйцекладущие, или однопроходные (как утконос), сумчатые (кенгуру и др.) и древние насекомоядные. Уже в самом начале кайнозоя часть насекомоядных приспособилась к хищному образу жизни. Они стали родоначальниками настоящих хищных животных. Другая ветвь насекомоядных дала начало растительноядным животным — предкам копытных.

От древних копытных возникли дожившие до наших дней непарнокопытные — тапиры, носороги, лошади, а также различные парнокопытные — свиньи, олени и др. В первой половине третичного периода (палеогене) жили животные причудливого строения: гигантские бронтотерии с рогами на конце морды в форме рогатки, гигантские хищники и др.

Млекопитающие использовали сушу и море. Они лазали по деревьям, летали по воздуху (летучие мыши), плавали в морях (киты и их родичи). На суше млекопитающие не достигли величины динозавров, но среди них были свои гиганты, и, по-видимому, самым высоким животным из млекопитающих можно считать безрогого носорога — индрикотерия. Его высота в плечах доходила до пяти метров! Он жил в Азии и Европе около 40 млн. лет назад.

В Южной Америке и Австралии, рано отделившихся от других материков, развитие древних млекопитающих шло своим путем. На этих материках млекопитающие надолго сохранили облик своих древних предков. В Южной Америке были распространены сумчатые и неполнозубые (ленивцы). В Австралии жили только сумчатые и однопроходные — самые примитивные из современных млекопитающих.

Во второй половине кайнозойской эры очертания морей и континентов, рельефа поверхности планеты уже совсем схожи с современными. Климат в приполярных областях стал меняться в сторону похолодания, в горных районах начинают возникать ледники.

Происходят большие изменения в наземной растительности и животном мире: на территории теперешних умеренных поясов растения тропиков и субтропиков сменяются растительностью с опадающей листвой. Впервые появляются злаки. Возникают обширные степные, лесостепные пространства.

В саваннах и по опушкам лесов обитали дикие свиньи, трехпалые лошади, жирафы, большие стада оленей, антилоп и мастодонтов. Появилось много хищников — больших саблезубых кошек, гиен и др.

В конце третичного (неогене) и в четвертичном периоде образовались тундра и тайга. И только в приэкваториальной полосе до наших дней сохранились растительность и животный мир древних эпох. Тропический вечнозеленый лес — это остаток (реликт) величайших дремучих лесов, которые одевали Землю в третичный период. Тропический лес — живой свидетель начала и расцвета великого мира зверей и птиц.

Четвертичный период, или антропоген (от греческого слова «антропос» — человек), начавшийся около миллиона лет назад, несмотря на свою относительную краткость, богат событиями. В это время сформировались современные флора и фауна. В начале антропогена даже в высоких широтах северного полушария было тепло; растительный и животный мир теперешних умеренных и холодных поясов значительно отличался от современного. В Евразии, например, были широко распространены гигантские древние слоны, крупные, двухметровой высоты, с громадным рогом на лбу носороги элассмотерии, однопалые лошади, верблюды, антилопы, различные грызуны, в том числе похожие на гигантских бобров трогонтерии (см. табл. 7).

Несколько позже появились пещерные гиены и медведи, крупные

длиннорогие бизоны, большерогие олени, трогонтериевые слоны и мало отличавшиеся от современных волки, лисицы, зайцы, куницы и другие животные.

Во второй половине антропогена наступило похолодание, приведшее к оледенению больших пространств Европы, Азии, Северной Америки. Многие млекопитающие не приспособились к новым условиям и вымерли, другие изменились. Трогонтериевые слоны превратились в мамонтов, бизоны, олени, косматые измельчали. Наиболее распространенными животными стали волосатые слоны — мамонты, волосатые носороги, северные олени, овцебыки, волки, песцы, лемминги и другие грызуны (см. табл. 8).

Когда похолодание и оледенение кончилось, возникли отчетливо разграниченные умеренная и арктическая зоны с характерными для каждой из них флорой и фауной. К этому времени вымерли мамонты, волосатые носороги, гигантские олени; возник современный животный и растительный мир.

Основываясь на научных данных, мы можем считать, что все ныне существующие дикие виды растений и животных уже были на Земле около 20 тыс. лет назад.

Около миллиона лет назад от особого вида человекообразных обезьян, которые стали ходить на двух ногах при вертикальном положении туловища, возникли предки людей — питекантропы, или обезьянолюди. Около 500 тыс. лет назад от питекантропов произошли первобытные люди (неандертальцы), а примерно 100 тыс. лет назад появились люди современного типа (см. т. 7 ДЭ).

Научившись сохранять, а затем и добывать огонь, обрабатывать камень, изготовлять лук и стрелы, человек все дальше отходил от своих животных предков.

Важнейшим этапом в истории человечества и в развитии органического мира было одомашнивание животных, возникновение скотоводства и земледелия.

Приручать и одомашнивать диких животных человек начал сравнительно недавно. Почти одновременно с изобретением лука и стрелы, около 12—15 тыс. лет назад, человек стал приручать волков и шакалов, далеких предков домашних собак.

За все время человек приручил и одомашнил около 40 видов диких животных, создав из них на протяжении многих тысячелетий большое число самых различных пород. Человек так преобразовал некоторых животных, что, сравнивая их с дикими предками, мы с трудом находим между ними сходство и устанавливаем родство.

* * *

Чему учит нас великая летопись истории жизни? Все богатство растительного и животного мира создавалось постепенно, благодаря тем последовательным изменениям условий существования, которые вызывали усложнения и совершенствование форм жизни. Естественный отбор оставлял в живых лишь те организмы, которые лучше приспособлялись к условиям обитания.

Следовательно, развитие жизни неразрывно связано с изменениями лика Земли. Изменения состава атмосферы, интенсивности и характера солнечного излучения, очертаний морей и материков, климата, химического состава горных пород и почвы — все это обусловливало развитие органического мира. Однако не следует забывать, что с момента появления жизни она сама становится преобразователем неживой природы нашей планеты.

Далее мы могли убедиться, что развитие органического мира — это процесс появления новых и вымирания старых видов. Некоторые организмы совсем вымерли, а другие видоизменились, дав начало новым формам.

Более высокоорганизованные животные и растения возникают задолго до эпохи своего расцвета (например, распространившиеся в кайнозое цветковые растения, птицы и млекопитающие возникли в мезозойской эре). Они имеют более сложное строение, большую возможность быстро приспосабливаться к меняющимся условиям среды, относительно большую жизненную активность. Эти свойства особенно наглядно видны у млекопитающих, птиц и насекомых.

Мы еще недостаточно изучили первые этапы развития органического мира, жизнь первобытных океанов и материков. Наукой не внесена еще ясность и в ряд других вопросов. Но даже и эта неполная летопись жизни на Земле раскрывает перед нами величественную картину возникновения из неживой природы живой и развитие живой природы, частью которой мы являемся. С абсолютной достоверностью эта летопись опровергает все религиозные вымыслы о сотворении живых существ и человека богом.

как определяют возраст земли и горных пород

Возраст лошади или собаки можно определить по зубам, дерева — по толщине ствола или по годичным кольцам роста, а как узнать возраст Земли и горных пород, которые слагают ее? В библии — древнейшем сборнике религиозных произведений — утверждается, что Земля очень молода — ей немногим более 7 тыс. лет. Эту нелепую цифру опровергают естествознание и история человеческого общества. Однако дать правильный ответ на вопрос о возрасте Земли и времени различных геологических событий не так просто. Потребовались многие годы упорного труда большой армии ученых — геологов, биологов, палеонтологов, физиков, чтобы определить возраст Земли.

Геологи и палеонтологи изучили осадочные породы (песок, глину, известняк, мергель и др.) земной коры от верхних слоев — самых молодых до нижних — самых древних. По сохранившимся в них остаткам организмов они восстановили подлинную историю жизни на Земле. Развитие растений и животных шло от простых форм к сложным, от низших к высшим в связи с изменением условий существования. Ученые выделили в истории Земли и жизни пять эр, в каждой эре несколько периодов, а в периодах в свою очередь эпохи и века (см. стр. 245).

Каждый последующий период отличается от предыдущего возникновением новых, более высокоорганизованных растений и животных, изменениями климата, расположения суши и моря.

В каждую эру, период или эпоху геологической истории существовали определенные животные и растения.

По остаткам организмов, их называют руководящими ископаемыми, определяют относительный геологический возраст отложений земной коры, т. е. прослеживают, что было раньше и что позже. Палеонтологи устанавливают одновозрастность (одновременность) слоев, расположенных на большом расстоянии друг от друга, и восстанавливают древнюю географию (палеогеографию) для различных периодов, эпох. Например, если находят в слоях Земли трилобитов, то эти слои относят к морским отложениям палеозойской эры, а если находят остатки динозавров, то содержащие их слои относят к континентальным отложениям мезозойской эры.

Однако таким способом нельзя узнать, сколько лет продолжались геологические эры, периоды, эпохи, т. е. определить в тысячах или миллионах лет их абсолютный геологический возраст.

Попытки вычислить абсолютный возраст слоев Земли делались давно, но лишь в последние годы, когда физика и химия достигли больших успехов, удалось разработать методы точного измерения времени далекого прошлого.

Физики и химики открыли, что атомы некоторых элементов — урана, тория, радия и др.— все время изменяются, «распадаются», образуя другие элементы. Превращение атомов, или распад, сопровождается радиацией, т. е. излучением мелких заряженных частиц. Поэтому такие элементы называются радиоактивными, а процесс их превращения — радиоактивным распадом. Оказалось, что радиоактивный распад протекает всегда с одной и той же скоростью. На него не влияют высокая температура и давление в недрах Земли. В науке принято определять скорость радиоактивного распада временем, необходимым для распада половины имевшегося вначале количества элемента. Это время называется периодом полураспада. Он неодинаков у разных элементов. Полураспад рубидия-87 происходит за 50 млрд. лет, калия-40— за 1,25 млрд. лет, урана-238—за 4,52 млрд. лет, радия—за 1590 лет. Постоянные для каждого радиоактивного элемента скорости распада позволяют использовать их как точные часы для измерения возраста горных пород.

При распаде одного из видов (так называемых изотопов) радиоактивного урана образуются элементы гелий и свинец. Высчитано, что для накопления 1 *г* свинца в 100 *г* урана (т. е. 1%) нужно около 90 млн. лет. Таким образом, определив процент свинца в уране, можно установить, сколько времени прошло с начала процесса распада, или начала образования горной породы.

При помощи радиоактивных элементов ученые высчитали возраст Земли, который определяется не менее чем в шесть миллиардов лет! С помощью этого метода определен возраст самых древних горных пород, выходящих на поверхность Земли.

Для определения более кратких отрезков времени применяется очень интересный и точ-

ный радиоуглеродный метод. Им определяют возраст до 50 тыс. лет, и ошибка не превышает 400 лет. В тканях живых организмов наряду с обычным углеродом (его атомный вес 12) содержится небольшое и постоянное количество его изотопа, или радиоактивного углерода с атомным весом 14. Период полураспада радиоактивного углерода недолог — 5760 лет. В сохранившихся органических остатках (кости, стволы деревьев, затонувших в болоте, ткани и пр.), углерод-14 постепенно утрачивает радиоактивность. Его количество очень мало и может быть обнаружено очень точными приборами. Проверить этот метод удалось, изучая археологические памятники, возраст которых был известен по историческим документам.

Радиоуглеродным методом определили возраст многих археологических и палеонтологических находок. Например, возраст необугленных зерен пшеницы и ячменя, найденных в Египте, оказался равным около 6100 годам, а найденные в Израиле свитки библии насчитывают около 2000 лет.

В 1951 г. на Таймыре нашли остатки трупа мамонта. По содержанию радиоуглерода в сухожилиях животного и остаткам растений около трупа установили, что мамонт пролежал в вечной мерзлоте более 11 тыс. лет.

Таковы вкратце те методы, которыми располагает наука. Нет сомнения в том, что скоро будут открыты новые, еще более точные способы измерения времени далекого прошлого.

Хронологическая таблица истории Земли и жизни

Эры	Периоды	Длительность в млн. лет	Время, прошедшее от начала эпохи и периода, в млн. лет	Основные геологические события и облик земной поверхности	Основные этапы в развитии растительного и животного мира
Кайнозойская 70 млн.	Четвертичный, или антропоген	1	1	Формирование современного рельефа. Оледенение	Формирование современной флоры и фауны. Появление человека
	Третичный 69 млн. Неогеновый	24	25	Альпийское горообразование: Альпы, Апеннины, Пиренеи, Балканы, Карпаты, Памир, Кавказ	Развитие человекообразных обезьян, высших форм растений и животных
	Палеогеновый	45	70	Разрушение мезозойских гор, развитие равнин	Развитие птиц и разнообразных групп млекопитающих; широкое распространение покрытосемянных растений
Мезозойская 155 млн.	Меловой	70	140	Сокращение водных бассейнов. Тихоокеанское горообразование: Анды, Кордильеры, горы в Верхоянско-Чукотской обл., Юго-Вост. Китае и Индокитае	Возникновение покрытосемянных растений. Вымирание мезозойских пресмыкающихся
	Юрский	45	185	Развитие огромных заболоченных низменностей, внутриматериковых морей. Жаркий, влажный климат	Расцвет разнообразных групп пресмыкающихся. Появление птиц и млекопитающих. Широкое распространение голосемянных растений
	Триасовый	40	225	Разрушение герцинских гор (Уральских, Алтайских, Тянь-Шаня и др.), развитие равнинного рельефа	Возникновение основных групп мезозойских пресмыкающихся. Вымирание древних пресмыкающихся и стегоцефалов

Продолжение

Эры	Периоды	Длительность в млн. лет	Время, прошедшее от начала эпохи и периода, в млн. лет	Основные геологические события и облик земной поверхности	Основные этапы в развитии растительного и животного мира
Палеозойская 345 млн.	Пермский	45	270	Сухой климат. Сокращение морей. Герцинское горообразование: Уральские горы, Алтайские, Тянь-Шань, Аппалачи и др.	Расцвет древних групп пресмыкающихся. Возникновение голосемянных растений
	Каменноугольный (карбон)	50	320	Развитие громадных заболоченных низменностей. Жаркий, влажный климат	Возникновение пресмыкающихся. Расцвет земноводных. Развитие пышной флоры: плаунов, хвощей и древовидных папоротников
	Девонский	80	400	Резкое сокращение морей, жаркий климат, первые пустыни	Выход позвоночных из воды на сушу — возникновение земноводных (стегоцефалов). Широкое распространение наземных растений. Появление всех основных групп рыб
	Силурийский	20	420	Каледонское горообразование: Скандинавские горы, Грампианские в Шотландии, Саяно-Байкальские и др.	Появление первых позвоночных: бесчелюстных, а затем рыб. Развитие псилофитов и папоротникообразных растений
	Ордовикский	60	480		
	Кембрийский	90	570	Широкое распространение морских бассейнов	Расцвет морской фауны: беспозвоночных животных — губок, кораллов, червей, плеченогих, мшанок, трилобитов. Появление мхов, хвощей и папоротников
Протерозойская			1900	На суше происходили грандиозные излияния лав и неоднократные горообразовательные процессы	Появление первых животных (беспозвоночных): радиолярий, губок, плеченогих, ракоскорпионов. Окаменевшие следы червей. Водоросли
Архейская			3500		Появление микроскопических растительных организмов — бактерий и одноклеточных животных

ПРИРОДНЫЕ ЗОНЫ

Природные условия в разных местах земного шара неодинаковы, а закономерно изменяются от полюсов к экватору. Главная причина этого — шарообразная форма Земли. Действительно, будь Земля плоской, как классная доска, ее поверхность, ориентированная (направленная) строго поперек солнечных лучей, нагревалась бы всюду одинаково, как на полюсах (верх и низ «доски»), так и на экваторе (середина «доски»).

Но наша планета имеет форму шара, из-за чего солнечные лучи падают на ее поверхность под разными углами, а потому и по-разному нагревают ее. Над экватором солнце днем «смотрит» на земную поверхность почти «в упор», а два раза в году, в полдень, жаркие его лучи падают здесь под прямым углом (солнце в таких случаях стоит в зените, т. е. прямо над головой). У полюсов же солнечные лучи падают косо, под острым углом, солнце долгое время движется невысоко над горизонтом, а затем несколько месяцев совсем не показывается на небе. В результате экватор и даже умеренные широты получают тепла намного больше, чем области у полюсов.

Поэтому в обоих полушариях Земли различают несколько тепловых поясов: экваториальный, два тропических, два умеренных и два холодных. Солнечное тепло — это движущая сила природных процессов и явлений, которые мы наблюдаем вокруг себя в поверхностной оболочке Земли. Теперь эту оболочку ученые называют биосферой, т. е. сферой жизни.

А поскольку солнечное тепло распределено на Земле неравномерно, то и в биосфере, в окружающей нас природе отчетливо выражены большие различия от одного теплового пояса к другому. Соответственно этому выделяются уже географические пояса. Границы их совпадают с границами тепловых поясов.

Но и в каждом из географических поясов природные условия различны. Ведь ширина этих поясов местами более 4 тыс. *км*! Чем ближе к экватору та или иная часть географического пояса, тем больше она получает тепла и тем сильнее отличается от других частей, удаленных от экватора. Такие различия проявляются особенно ярко в климате, почвах, растительности и животном мире. Поэтому внутри географических поясов четко выражены географические, или природные, зоны, т. е. более или менее однородные по природным условиям области. Они протягиваются чаще всего полосой вдоль параллелей. Так, в умеренных поясах различают зоны: лесную, лесостепную, степную, полупустынную и пустынную.

Размещение по земному шару природных зон и их границы определяются не только количеством солнечного тепла. Огромное значение имеет и количество влаги, которая распределена на суше тоже неравномерно. Это приводит к большим различиям природных условий даже на одной и той же широте. В Африке у экватора тепла много везде, но на западном побережье, где много также и влаги, произрастают дремучие тропические леса, а на восточном, где ее недостаточно, раскинулись саванны, иногда довольно сухие.

Кроме того, на положение географических зон суши влияют горные хребты, изменяющие направление зон вдоль параллелей. В горах существуют свои высотные зоны, так как с подъемом здесь становится холоднее. На больших высотах земная поверхность отдает окружающему пространству много тепла, «поставляемого» ей солнцем. Происходит это потому, что воздух вверху разрежен, и, хотя здесь он больше пропускает солнечных лучей, чем у подножия гор, все же потери тепла земной поверхностью с высотой возрастают в еще большей степени.

Высотные зоны занимают меньшие пространства, чем зоны равнин (широтные), и как бы повторяют их: горные ледники — полярную зону, горная тундра — тундру, горные леса — лесную зону и т. д. Нижняя часть гор обычно сливается с той широтной зоной, в пределах которой они находятся. Так, например, к подножиям Северного и Среднего Урала подступает тайга, у подошв некоторых гор Средней Азии, которые лежат в зоне пустынь, раскинулась пустыня, а в Гималаях нижняя часть гор покрыта троническими джунглями и т. д. Наибольшее количество высотных зон (от ледников на вершинах гор до тропических лесов у подножий) наблюдается в высоких горах, расположенных недалеко от экватора.

Высотные зоны хотя и похожи на зоны равнин, но сходство это весьма относительно.

Действительно, количество выпадающих осадков в горах с высотой обычно увеличивает-

ся, тогда как в направлении от экватора к полюсам оно в общем уменьшается. В горах с высотой не происходит такого изменения длины дня и ночи, как при движении от экватора к полюсам. Кроме того, в горах усложняются и климатические условия: здесь играют существенную роль крутизна склонов и их экспозиция (северный или южный, западный или восточный склоны), возникают особые системы ветров и т. д. Все это приводит к тому, что и почвы, и растительность, и животный мир каждой высотной зоны приобретают особые черты, отличающие ее от соответствующей равнинной зоны.

Различия природных зон на суше ярче всего отражает растительность. Поэтому большинство зон названо по тому типу растительности, который в них преобладает. Таковы зоны лесов умеренного пояса, лесостепей, степей, влажных тропических лесов и т. д.

Географические зоны прослеживаются и в океанах, но выражены они слабее, чем на суше, и лишь в верхних слоях воды — до глубины 200—300 *м*. Географические зоны в океанах в общем совпадают с тепловыми поясами, но не полностью, так как вода очень подвижна, морские течения постоянно перемешивают ее, а местами и переносят из одной зоны в другую.

В Мировом океане, как и на суше, выделяются семь основных географических зон: экваториальная, две тропические, две умеренные и две холодные. Они отличаются одна от другой температурой и соленостью воды, характером течений, растительностью и животным миром (см. стр. 146).

Так, воды холодных зон имеют низкую температуру. В них несколько меньше, чем в водах других зон, растворено солей и больше кислорода. Обширные пространства морей покрыты мощными льдами, а растительность и животный мир бедны по видовому составу.

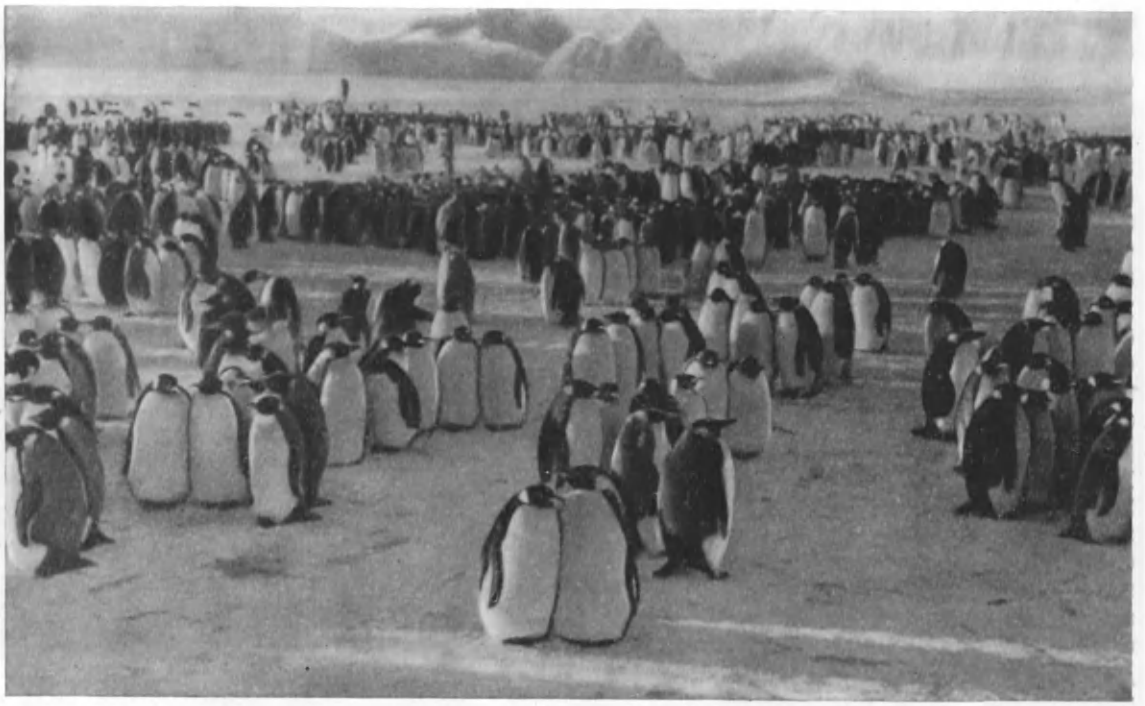
В умеренных зонах поверхностные слои воды нагреваются летом и охлаждаются зимой. Льды в этих зонах появляются только местами, да и то лишь зимой. Органический мир богат и разнообразен. Тропические и экваториальные воды всегда теплы. Жизнь в них обильна.

Что представляют собой географические зоны суши? Познакомимся с важнейшими из них.

ЛЕДЯНАЯ (ПОЛЯРНАЯ) ЗОНА

Ледяной называют природную зону, примыкающую к полюсам земного шара. В северном полушарии к ледяной зоне относятся северная окраина п-ова Таймыр, а также многочисленные острова Арктики — области, лежащие вокруг Северного полюса, под созвездием Большой Медведицы («арктос» в переводе с греческого — медведь). Это северные острова Канадского арктического архипелага, Гренлан-

Круглый год бродит по плавающим льдинам в поисках пищи белый медведь. Густой мех и жир оберегают его от холода, а белая окраска делает незаметным на снегу.



Самые замечательные обитатели Антарктики — пингвины.

дия, Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и др. В южной полярной области — Антарктике (от греческого слова «анти» — против, т. е. против Арктики) — находится покрытый льдом материк Антарктида, входящий в ледяную зону южного полушария.

Сурова природа ледяной зоны. Снег и лед не стаивают здесь полностью даже летом. И хотя солнце в течение нескольких месяцев светит без перерыва, круглосуточно, оно не прогревает землю, остывшую за долгую зиму, так как невысоко поднимается над горизонтом. Кроме того, солнце нередко закрыто густыми облаками и туманами, а белая поверхность снега и льда отражает его лучи. Полярной же ночью свирепствуют лютые морозы.

В 1961 г. советским исследователям Антарктиды приходилось работать при морозах в 88°,3. При этом еще дули ураганные ветры — до 70 *м/сек*. В моторах из-за столь низких температур не загорался бензин, а металл и резина становились хрупкими, как стекло.

Длинная арктическая зима... Долгая ночь... Необычайными, фантастическими красками вспыхивает полярное сияние. Кажется, все вокруг безжизненно. Но это не совсем так. Оставляя глубокие следы, бредет по снегу белый медведь. Он не впадает в зимнюю спячку, как его бурый сородич, а бодрствует круглый год, бродя по плавающим льдинам в поисках пищи и возвращаясь на сушу лишь для рождения детенышей. Белый медведь хорошо плавает и ныряет, жир и густой мех оберегают его от холода, а белая окраска делает не заметным на снегу. И горе зазевавшемуся тюленю, который выбрался из полыньи, чтобы подышать. Силы слишком неравны... Впрочем, не все тюлени такие «разини». Очень чуткие, они обычно вовремя замечают врага и мгновенно скрываются в воде.

Выбираются на льдину клыкастые моржи. Тесно прижавшись друг к другу, они засыпают, чтобы после отдыха отправиться на охоту за рачками и моллюсками.

Наступает лето, над арктической пустыней всходит солнце, оно теперь долго не спрячется за горизонт. И все же ясная, солнечная погода бывает нечасто. Небо затягивается низкими облаками, по нескольку дней подряд идут дожди, а то и снег.

Растений здесь очень мало: слишком суровы условия. Всюду расстилаются покрытые снегами ледяные поля, да темнеют на островах и побережье голые скалы и каменистые россы-

пи. Даже там, где растениям не мешают льды и снега, их губят сильные ветры. Только местами, в защищенных от ледяного дыхания низинах, успевают образоваться за короткое лето небольшие «оазисы». Но и здесь растения не тянутся вверх, а прижимаются к земле: так им легче устоять против ветра. Едва успевает сойти снег, как уже появляются первые цветы. Развиваются они очень быстро, потому что солнце светит круглые сутки.

В наиболее благоприятных условиях ледяной пустыни Арктики встречаются клочки арктических лугов и болот. На о-ве Шпицберген желтеют полярные маки. Более тридцати видов цветковых растений насчитывает флора Земли Франца-Иосифа. Даже на ледяных просторах центральной части Гренландии можно заметить с самолета красно-бурые либо зеленые поля, образованные микроорганизмами.

«Птичий базар».

Шумно летом в Арктике. Возвращаются к своим гнездовьям перелетные птицы: люрики, чистики, кайры, различные чайки... Видов не так уж много, зато каждый представлен многими тысячами птиц. Они гнездятся на уступах береговых скал огромными колониями, поднимая страшный шум. Потому и называются эти колонии «птичьими базарами». Чем же объяснить стремление птиц селиться в таких громадных количествах на небольших участках? Дело в том, что обрывистые скалы с уступчиками, маленькими площадками очень удобны для гнездования, а вблизи — обилие рыбы, которой кормятся птицы. Кроме того, сообща легче прогнать хищника.

Прилетают в Арктику и другие птицы: гуси, крачки, гаги. У гаги весной на брюшке отрастает длинный пух, которым она устилает свое гнездо. Пух этот необычайно теплый и легкий и поэтому очень высоко ценится. Люди собирают его на гнездовьях гаги и даже устраивают ей искусственные гнезда в виде полуоткрытого ящика.

В Гренландии и на о-вах Канадского арктического архипелага сохранилось животное, предки которого жили еще во времена мамонтов и длинношерстных носорогов. Это дикий мускусный бык, или овцебык. Он действительно напоминает одновременно и барана, и быка. Его массивное туловище покрыто длинной шерстью.

Природа Антарктики еще беднее арктической. Средняя высота Антарктиды — 2200 *м* над уровнем моря, но земная поверхность находится здесь намного ниже, потому что она скрыта под мощным слоем льда, средняя толщина его больше 1500 *м*, а наибольшая — 5000 *м*. Скудная растительность встречается здесь лишь на побережье материка. Это в основном мхи и лишайники. Цветковых же растений тут известно всего три вида. Небогат видами и антарктический животный мир. Здесь нет таких крупных животных, как белый медведь. У берегов Антарктиды водятся тюлени, а над омывающими ее водами океанов летают буревестники и альбатросы. Размах крыльев альбатроса до 4 *м*. Бо́льшую часть жизни эти птицы проводят над водой, добывая рыбу.

Самые замечательные животные Антарктики — пингвины. Эти птицы утратили способность летать, их крылья превратились в плавательные ласты. Пингвины — прекрасные пловцы и ныряльщики. А на суше они неуклюжие, ходят вразвалку, напоминая при этом толстых забавных человечков в черных фраках и белых рубашках. Селятся пингвины много-

численными колониями. Единственный их враг — морской леопард (один из видов местных тюленей).

Долгое время Арктика и особенно Антарктика были почти не освоены человеком. Сейчас благодаря достижениям науки и техники можно уже говорить не только об изучении и использовании этих малоисследованных областей, не только о приспособлении человека к их суровым природным условиям, но и о влиянии человека на природу ледяной зоны.

На больших высотах в горах такой же холод, как в ледяной зоне, такие же обдуваемые ветром камни, лишь кое-где покрытые мхами и лишайниками. Но поблизости нет морских просторов, не устраивают «базаров» перелетные птицы. Не бывает здесь и многомесячных полярных дней и ночей. На высоких горах низкое атмосферное давление, воздух беднее кислородом, поэтому далеко не все животные могут приспособиться к жизни в высокогорных условиях. Хорошо переносит холод и высоту крупный хищник — снежный барс. Белесый оттенок меха делает его малозаметным на фоне снега и серых камней. Летом барс обычно держится на линии вечных снегов, а зимой спускается пониже, вслед за своей добычей — горными баранами и горными индейками (уларами).

ТУНДРА

Зона тундры охватывает в основном материковые побережья Северного Ледовитого океана и некоторые острова близ Антарктиды. На севере Европы она тянется узкой полосой на восток от Скандинавского п-ова, расширяясь в Сибири на п-ове Таймыр до 500 *км*. В Северной Америке тундра захватывает Аляску, а на о-ве Ньюфаундленд опускается к югу до 52° с. ш.

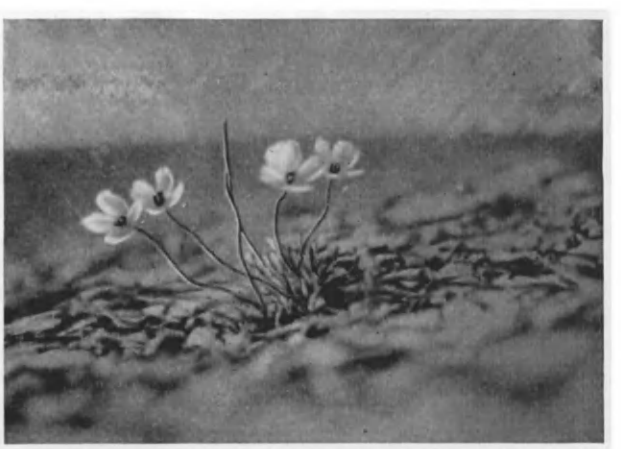
В тундре ненамного теплее, чем в соседней ледяной зоне. Средняя годовая температура здесь ниже нуля, а общее количество солнечного тепла, поглощаемого землей, вдвое меньше, чем в зонах умеренного пояса. Лето в тундре короткое (2—3 месяца), холодное, с частыми заморозками и большим количеством облачных дней. Зима длится очень долго, лютые морозы сковывают землю на протяжении 7—8 месяцев. На равнинных пространствах тундры, лишенных древесной растительности, свирепствуют сильные ветры. Иногда целую неделю не прекращается пурга. Снега в тундре выпадает сравнительно немного, да и тот постоянно переносится ветром с места на место.

Тонкий слой почвы сильно промерзает, а под ним грунт скован многолетней, или, как называют ее, вечной, мерзлотой. Вечная мерзлота сильно влияет на весь облик тундры. Много тысяч лет назад образовался этот промерзший слой земли и за все это время никогда не оттаивал полностью. В тундре порой достаточно копнуть землю на глубину 15—20 *см*, чтобы лопата наткнулась на плотный слой вечной мерзлоты. Слой этот очень мощный — в среднем несколько метров, а местами даже свыше двухсот метров. Сколько бы ни шли летом в тундре дожди, сколько бы ни стаяло снегов, образовавшиеся массы воды не могут пропитать землю на большую глубину — не пропускает вечная мерзлота. Поэтому почва здесь всегда перенасыщена влагой. Вот и образуются в тундре многочисленные мелкие озера и болота. В таком болоте не утонешь: глубина их редко бывает больше одного метра.

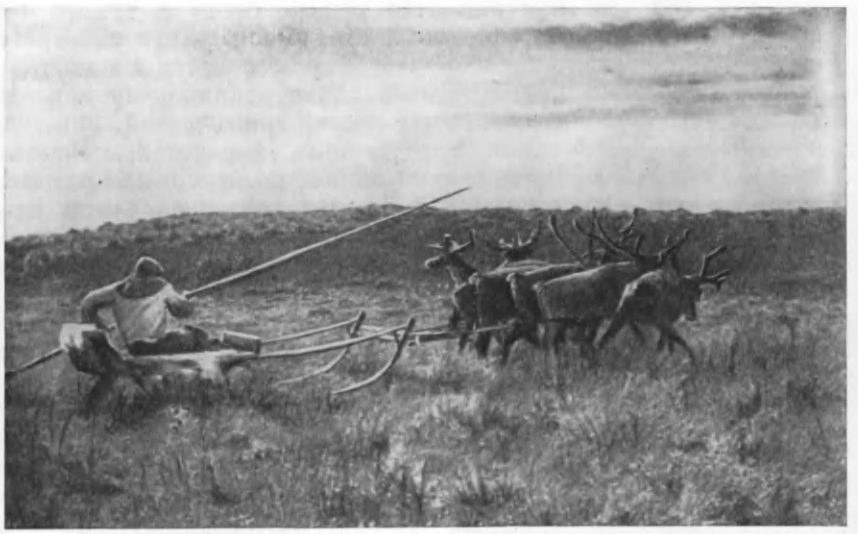
Из-за вечной мерзлоты и обилия влаги в тундре преобладают болотные торфянистые почвы. Ближе к таежной полосе, в так называемой лесотундре, почвы болотно-подзолистые.

Растительный покров тундры образуют мхи и лишайники, различные травы, кустарники и маленькие кустарнички. Все они очень низкие и растут в виде «подушек» либо стелются по земле, где и ветер потише, и воздух теплее от нагреваемой солнцем почвы.

Небогата тундра видами растений, однако растительный покров ее не так уж однообразен:



Полярный мак. Весной в тундре много ярких и крупных цветов.



Летом в тундре.

в одних местах ковры мхов и лишайников чередуются с моховыми болотами, в других преобладают кустарнички — куропаточья трава, альпийская толокнянка, вероника, голубика; ближе к лесотундре обычны кустарниковые заросли из низеньких, «по колено», ив и березок. На плоских глинистых участках нередко распространена своеобразная пятнистая тундра: пятна голого грунта окружены трещинами или узкими понижениями, заросшими травой и кустарничками.

Ближе к лесной зоне и по долинам рек, где ослабевают студеные ветры, почва суше, а вечная мерзлота залегает глубже. В таких местах встречаются деревья (береза, лиственница), но и здесь вид их весьма жалкий, высота не более 6 *м*. Форму отдельно стоящего, не защищенного лесом дерева беспощадно уродует ветер.

Летом в тундре на короткое время расцветают травы, голубыми каплями разбрызгиваются по зелени незабудки, на стройных ножках поднимаются желтоватые полярные маки и синие колокольчики.

Растения тундры, как правило, многолетние, вечнозеленые. Благодаря этому им не приходится ежегодно терять немногие летние дни на рост и развитие, на выгонку новой листвы. Однако из-за суровых условий растут они очень медленно: лишайники увеличиваются на 1—3 *мм* в год, а полярная ива (на Кольском п-ове) — на 1—5 *мм* в год. Цветки многих тундровых растений крупные и яркие. Высота арктической ромашки, например, всего 15—25 *см*, но ее соцветия достигают 8 *см* в диаметре. Яркая окраска и крупные размеры цветка нужны растениям, чтобы привлечь насекомых-опылителей, которых в тундре не так уж много.

К осени в тундре созревают красные ягоды княженики, янтарем украшает моховые бугры морошка, яркими разноцветными бусинками рассыпаются черника, клюква, брусника.

Многочисленные озера и болота, удобные для гнездования кустарники, обилие ягод — все это создает в тундре неплохие условия для пернатых. Летом здесь насчитывается около 80 видов птиц. Это сравнительно немного, но численность каждого вида, как и в ледяной зоне, очень велика. Сотни одних только лебедей иногда, будто белой скатертью, сплошь закрывают небольшие озера. Весной, когда в тундре особенно много воды, сюда прилетают многочисленные кулики, гуси, утки, гагары.

Самое крупное и красивое животное тундры — северный олень. Широкие копыта позволяют ему быстро передвигаться по снегу. А на зиму между копытами у него вырастает длинная шерсть, и животное меньше скользит на льду. Летом олень очень страдает от комаров, мошек, слепней, оводов, главный же его враг — волк. Питается северный олень лишайником ягелем, который неправильно называют «оленьим мхом». Животное может находить его даже под снегом. Северный олень давно приручен человеком и почти одомашнен.

Постоянных обитателей в тундре мало. На зиму здесь остаются лишь травоядный грызун — лемминг, или пеструшка, полярная лисица — песец, — иногда белая куропатка. Даже такие приспособленные к суровым условиям тундры животные, как тундряная куропатка и полярная сова, в это время откочевывают к югу, в лесную зону.

Песец — ценное промысловое животное. В поисках пищи он охотится на леммингов, мышей, птиц. Летом мех песца серый крапчатый, зимой же окраска его меняется на белую. Именно этот теплый белоснежный мех высоко ценится у нас и на заграничном рынке.

Белой куропатке помогает перенести суровую зиму густое плотное оперение. Кроме того, к зиме у этой птицы сильно отрастают когти и перья между ними. Перья, как лыжи, держат птицу на снегу, а длинные когти помогают его разгребать в поисках корма.

В горах ниже ледников многое напоминает равнинную тундру: суровая зима с жестокими морозами и сильными ветрами, прохладное лето, отсутствие лесов. Но здесь больше выпадает осадков, нет долгих полярных ночей, а солнце поднимается над горизонтом выше и сильнее нагревает земную поверхность. Поэтому в горах, которые находятся за пределами зоны тундры и получают значительное количество атмосферных осадков, зачастую распространена не горная тундра, а своеобразные альпийские луга. Иногда здесь встречаются низкорослые деревца и кустарнички, а среди трав преобладают многолетние. Пышные альпийские луга, изобилующие питательными травами, например на Кавказе, представляют собой прекрасные пастбища.

В горных тундрах и на альпийских лугах встречаются некоторые животные равнинной тундры. Есть здесь и «своя» фауна: дикие козлы и бараны, барсы, горные индейки и др.

Невзирая на суровую природу, человек сравнительно давно начал осваивать тундру. Сейчас люди уже не ограничиваются здесь рыбной ловлей, охотой и оленеводством. Практика показала, что на осушенных, хорошо обработанных и удобренных тундровых почвах можно получать хорошие урожаи овощей и кормовых культур. В нашей стране здесь выращивают ячмень, капусту, картофель. Освоение тундры продолжается.

ЛЕСНАЯ ЗОНА

Если двигаться от тундры в сторону экватора, то все чаще будут встречаться деревья. Вначале — редкие, невысокие (лесотундра), затем — все более рослые. И наконец попадаешь в густой хвойный лес — тайгу. Огромные пространства суши в северном полушарии занимает тайга. Там, где климат теплее, хвойные леса сменяются смешанными, а затем — лиственными. Широкая (местами больше тысячи километров) и непрерывная полоса лесов проходит через всю Евразию и Северную Америку.

В южном полушарии лесная зона умеренного пояса располагается только в Андах (Южная Америка), к югу от 38° с. ш.

Климат в тайге суровый, континентальный, особенно в отдаленных от океанов внутренних частях материков. В Сибири, например в районе Верхоянска, морозы зимой доходят до — 70°. Теплое лето непродолжительно. Такие деревья, как дуб или клен, не успели бы развить листья и плоды, поэтому в тайге господствуют хвойные деревья да неприхотливые береза и осина. В некоторых районах тайги, особенно в Восточной Сибири, распространена вечная мерзлота. Правда, здесь она залегает несколько глубже, чем в тундре, и почти не мешает развитию леса, но почва все-таки испытывает на себе ее охлаждающее влияние. Приходится приспосабливаться к мерзлоте и деревьям: их корни не проникают на большую глубину, а расходятся во все стороны в верхних слоях почвы.

Земля в тайге усыпана полусгнившими остатками погибших деревьев и застлана мягким моховым покровом.

Лесотундра.

До прихода человека хозяином тайги был медведь.

Осадков в тайге выпадает в общем больше, чем может испариться, и вполне достаточно, чтобы растворить питательные вещества, образующиеся при гниении остатков растений. Питательные вещества легко уносятся в растворенном состоянии из почвы, и верхний слой ее поэтому становится малоплодородным. Он состоит в основном из кварцевой пыли и кремнезема, а по цвету напоминает золу (отсюда и название таких почв — подзолистые).

Основные древесные породы тайги: лиственница, сбрасывающая на зиму хвою и поэтому легко переносящая сильные морозы, менее выносливая ель и ее постоянная спутница пихта, светолюбивая сосна, могучий кедр. Почти всюду в тайге можно встретить и лиственные деревья — березу, осину, ольху. Много в тайге болот либо с редкими, угнетенными деревьями (преимущественно сосна), либо совсем лишенных древесной растительности.

Животный мир тайги гораздо богаче и разнообразнее, чем тундры. Лес круглый год обеспечивает животных всевозможными кормами (плоды, молодые побеги, листья, почки растений и т. п.). Кроны деревьев, дупла, густые кустарники служат хорошим убежищем от врагов.

В тайге обитают крупные травоядные животные — пятнистый олень, марал, лось (сохатый).

Лось придерживается низменных заболоченных мест, изобилующих молодыми деревьями, встречается в горах и на моховых болотах. Сильные ноги с большими раздвоенными копытами позволяют ему передвигаться по таежным болотам и снегу. Лось дает не только хорошее мясо и шкуру. Приученный, он прекрасно ходит в упряжи и под вьюком, заменяя в лесу лошадь. А молоко лосихи не менее питательно, чем коровье. В Советском Союзе это ценное животное охраняется законом и ведутся работы по его одомашниванию. В специальных хозяйствах разводят также пятнистых оленей и маралов. Из молодых рогов (пантов) этих животных приготовляют ценное лекарство пантокрин.

До прихода человека хозяином тайги считался медведь: в Евразии — бурый, в Северной Америке — гризли. И теперь еще путники, заночевавшие в таежной глуши, часто шутят: «Вот придет дядя Миша проверять документы...» Медведь хорошо передвигается по непролазной тайге, быстро взбирается на деревья. В северных районах бурый медведь на зиму впадает в спячку. Но спит очень чутко и, если его разбудить, покидает берлогу.

Богата тайга пушным зверем. Здесь водятся белка и соболь, колонок и горностай, заяц и куница. Много ценных промысловых птиц — рябчиков, глухарей, тетеревов.

Водоемов в тайге меньше, чем в тундре. Меньше здесь и водоплавающих птиц. А характерная для хвойных лесов утка-гоголь гнездится в дуплах. Снег в лесу ровный, рыхлый, неглубокий, из-под него можно добыть зазимовавшую ягоду либо кедровую шишку. Поэтому многие таежные птицы — глухари, дятлы, клесты, кедровки и др.— на зиму далеко не улетают, а кочуют с места на место в пределах зоны.

Большой урон таежным обитателям наносят хищники — рысь и росомаха. Их добычей зачастую становятся не только крупные птицы и зайцы, но и такие животные, как косуля и кабарга. Крайне осторожные, эти коварные

хищники охотятся ночью и на заре, поджидая добычу в засаде, на тропах.

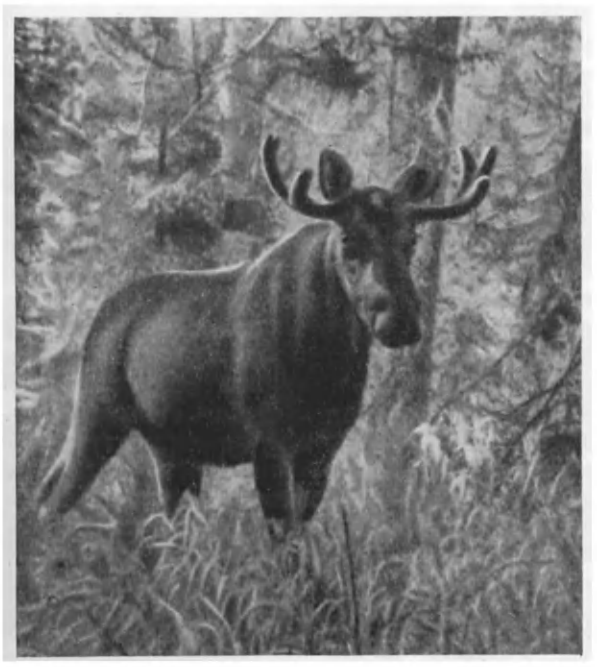
Обилие болот и безветрие в тайге способствуют размножению комаров, слепней, мошек, называемых «гнусом». Гнус очень затрудняет работу людей в тайге, и ученые ищут эффективные средства для его уничтожения.

А дел у человека в лесной зоне много. Там, где еще вчера были непроходимые дебри, сегодня вырастают новые села и города, фабрики, заводы. Непокорные реки перегораживаются гигантскими плотинами, строятся мощные электростанции.

Южнее тайги на Русской равнине, в Восточной Азии и Северной Америке произрастают смешанные леса. Климат здесь мягче и теплее, чем в тайге, осадков выпадает больше. Но избыток влаги невелик: она в значительной мере расходуется на испарение. Поэтому и болот в смешанных лесах не так много, как в тайге.

Смешанный лес светлее тайги. Мрачные пихты и ели редеют, уступая место дубу, липе, клену, вязу, ясеню. Иногда ельники и сосновые боры встречаются рядом с чистыми дубравами, но нередко хвойные и широколиственные деревья растут вместе, вперемежку.

Своеобразны смешанные леса Восточной Азии, например в Уссурийском крае. Это объясняется во многом особенностями местного климата. Зимой здесь стоит ясная, сухая и морозная погода, толщина снежного покрова едва достигает 20—30 *см*. Летом же часто идут дожди, нагретый воздух содержит много влаги, по утрам густой туман окутывает землю, и солнце скрывается от глаз. В таких условиях развивается самая разнообразная растительность: многочисленные породы деревьев и кустарников располагаются здесь в несколько ярусов; на стволах, обвитых лианами, прикрепляются растения с воздушными корнями — эпифиты, а под пологом леса растут травы.



Лось.

Из хвойных здесь чаще всего встречаются корейский кедр, белокорая пихта, аянская ель, а из широколиственных — липа, монгольский дуб, маньчжурский клен.

Не менее богат и разнообразен в этих лесах и животный мир. Наряду с типично таежными животными здесь обитают и южные звери — уссурийский тигр, черный медведь, красный волк, енотовидная собака и др.

В смешанных лесах Южной Америки благодаря обилию тепла и влаги (осадков выпадает 2—5 тыс. *мм*) произрастают не только хвойные и листопадные, но и вечнозеленые деревья.

Для развития широколиственных древесных пород нужны особые климатические условия: не меньше четырех теплых (со средней температурой не ниже 10°) месяцев в году, причем основное количество осадков должно выпадать как раз в эти месяцы.

Лиственные листопадные леса занимают обширные пространства материков северного полушария южнее смешанных лесов. Они по-своему защищаются от зимних холодов и весенних заморозков: на зиму сбрасывают свой зеленый наряд, а весной возобновляют его. Почки деревьев покрыты смолистыми чешуйками, что позволяет им легко восстанавливать листву, съеденную вредными насекомыми или спаленную пожаром. Хвойное дерево, пораженное страшным вредителем леса, например сибирским шелкопрядом, часто гибнет, а дуб или тополь, даже потеряв летом бо́льшую часть листвы, следующей весной может восстановить ее и выжить.

Почвы лиственных лесов обычно покрыты мощным слоем темного перегноя. Это серые лесные почвы, переходная форма от подзолистых почв к чернозему степной зоны. Они комковаты, т. е. легко распадаются на мелкие серые комочки. Под буковыми лесами Западной Европы, Северо-Восточного Китая

и восточного побережья Северной Америки встречаются также б у р ы е лесные почвы. Небольшие участки их есть и в СССР (в Крыму и на Кавказе).

Широколиственные деревья, которые в смешанных лесах делили «владение территорией» с хвойными, здесь становятся господствующими.

Лиственный лес — многоярусный, в отличие от одноярусного хвойного. Под кронами основных пород вырастают низкие деревья: черемуха, рябина, дикие яблоня и груша. В свою очередь под ними развивается подлесок — крупные кустарники: орешник, бересклет, жимолость, калина, крушина.

Истинный властелин лиственного леса — дуб. Особенно могуч, крепок и величав он на полянах, где ему не мешают другие деревья. На огромном, в три обхвата, стволе раскидываются ветви с жесткими темно-зелеными листьями. Дуб не кланяется ветру, как ива или береза, не дрожит, как осина, и не скрипит, как сосна. И только если долго бушует сильный ветер, дуб начинает глухо шуметь, и голос его легко выделить из лесного гула.

Уголок смешанного леса.

Если в смешанных лесах еще нередко встречаются многие животные, обитающие в тайге, то в лиственных лесах их заметно меньше. Здесь не встретишь ни соболя, ни бурундука, ни колонка. Зато появляются другие звери и птицы: выхухоль, черный хорек, норка, иволга, черный дрозд.

В болотистых местах лиственных лесов встречаются дикие кабаны — прямые предки домашних свиней.

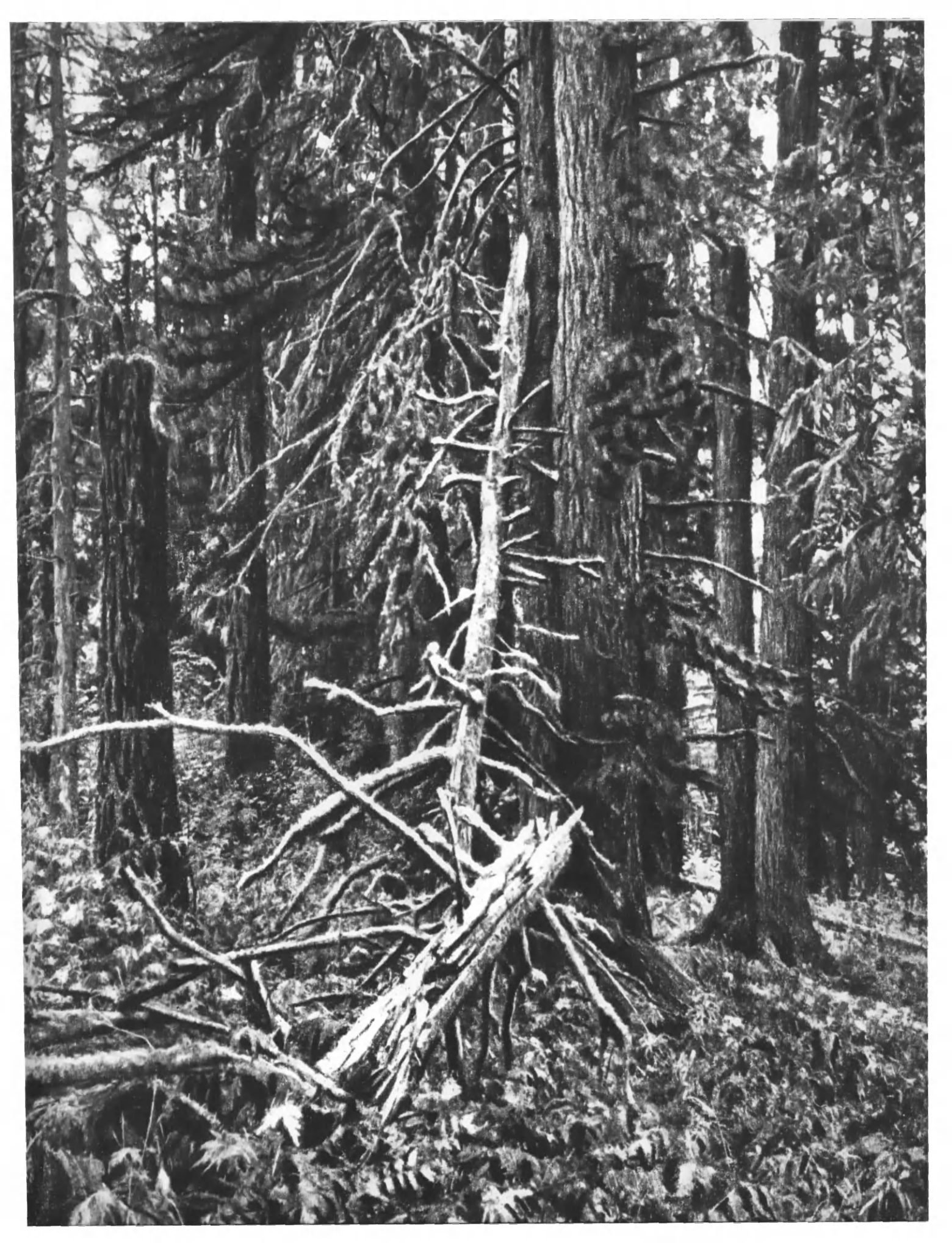
Когда-то в лиственных лесах Европы паслись многочисленные стада крупных диких быков — зубров. Сейчас этот почти уничтоженный человеком вид животных считается вымирающим и охраняется законом. В Северной Америке водятся похожие на зубров бизоны, тоже почти истребленные людьми. В отличие от зубров бизоны больше держатся на открытых местах — в прериях. В нашей стране получены гибриды зубров и бизонов — зубробизоны.

В лиственных лесах Северной Америки обитают животные, которых нет в восточном полушарии. Например, ценный пушной зверек скунс и маленькое сумчатое млекопитающее опоссум, родичи которого живут в далекой Австралии.

Леса, в особенности лиственные, заселялись и осваивались человеком с незапамятных времен. Большие площади их были вырублены. Это зачастую приводило к ухудшению местных природных условий: усиливались рост оврагов и размыв почв, мелели реки и т. д. В нашей стране и во многих других существует специальная служба лесного хозяйства. Лесничие, лесники, объездчики и особые отряды лесной охраны борются с лесными пожарами и вредными насекомыми, охраняют полезных птиц. Лесная охрана оберегает лес от самовольных порубок, от хищнического истребления, контролирует выполнение правил лесозаготовок, охоты, выпаса скота. На вырубленных участках высаживают новые деревья. Восстанавливают лесные массивы, уничтоженные вследствие войны или плохого хозяйствования.

Леса покрывают значительную часть гор. На Урале и в Сибири хвойные леса образуют

В хвойном лесу.
На о б о р о т е: Зима. →



Дикие быки зубры. Сейчас эти очень редкие животные охраняются законом.

горную тайгу. Горы Европы покрыты ельниками, местными видами дуба, бука, граба. Дубовые леса Кавказа похожи на равнинные дубравы, а расположенные выше пихтовые леса напоминают тайгу.

Даже самые высокие горы, вершины которых покрыты вечными льдами, опоясаны широкой полосой лесов, выше которых до самой снеговой линии тянутся альпийские луга или горные тундры.

В горных лесах северного полушария встречаются многие животные равнинных лесов: бурый медведь, рысь, олень и др.

Но, разумеется, сходство широтной и высотной лесных зон не абсолютное. Многое зависит от того, в какой широтной зоне расположены горы. Если в северной тайге лето длится месяца три, то в пихтовых и еловых лесах, покрывающих горы Кавказа и Средней Азии,— в полтора-два раза дольше. Есть в горных лесах и особые виды растений, например: тянь-шанская ель, кавказская пихта, грузинский дуб.

Чем ниже высотная зона, тем меньше она отличается от соответствующей широтной.

СТЕПИ И ЛЕСОСТЕПИ

Переходная зона л е с о с т е п и отделяет лесную зону от степной. В лесостепной зоне лесные рощи чередуются со степными участками. Леса здесь неодинаковы. В Европе, например, они состоят в основном из дуба и липы, а в Сибири — из березы, осины и лиственницы.

Степные же пространства теперь почти всюду распаханы, но, где сохранилась «дикая степь», царствуют травы, а среди них злаки. В Евразии степи тянутся прерывистой полосой от Венгрии до Северо-Восточного Китая, в Северной Америке простираются с севера на юг от истоков Миссисипи до Техаса и Мексики, а в Южной Америке занимают южную часть Лаплатской низменности.

Климат степей континентальный, засушливый. Зима короткая, но холодная. Снега выпадает мало, почти все время дуют сильные ветры, иногда случаются бураны. После короткой и бурной весны наступает жаркое и сухое лето. Дожди выпадают редко, да и то чаще всего в виде коротких ливней, которые слабо увлажняют землю, но смывают верхний,

плодородный слой почвы, усиливают рост оврагов, сносят в прудах плотины.

На равнинах Евразии с юга к лесостепи примыкают черноземные степи, которые южнее переходят в сухие степи с каштановыми почвами. В естественном покрове степей преобладают злаки и разнотравье.

Ранней весной на еще влажной от стаявших снегов земле расцветают желтые и красные тюльпаны, за ними начинают цвести ирисы, адонисы, пионы. Но недолго играет яркими красками степь. Проходит несколько недель, и она становится иной — в это время пышно развиваются злаки: ковыли, типчак, тонконог. Ковыльные степи очень красивы: когда длинные «перья» цветущего ковыля колеблются ветром, степь напоминает волнующееся серебристое море, которое на вечерних зорях будто загорается.

К середине лета степь выгорает, буреет, становится унылой.

В южнорусской степи часто встречаются густые заросли кустарников — степной вишни, терна, таволги. Деревья растут здесь лишь по речным долинам.

Каштановые почвы сухих степей тоже весьма плодородны. Но недостаток влаги влияет на их растительный покров. Здесь мало разнотравья. Сухие степи — это господство ковылей, типчаков и полыней. Среди каштановых почв пятнами разбросаны солонцы и солончаки, засоленные участки. Вредные для растений растворимые соли залегают в них на глубине 20—30 *см*, а иногда и на поверхности.

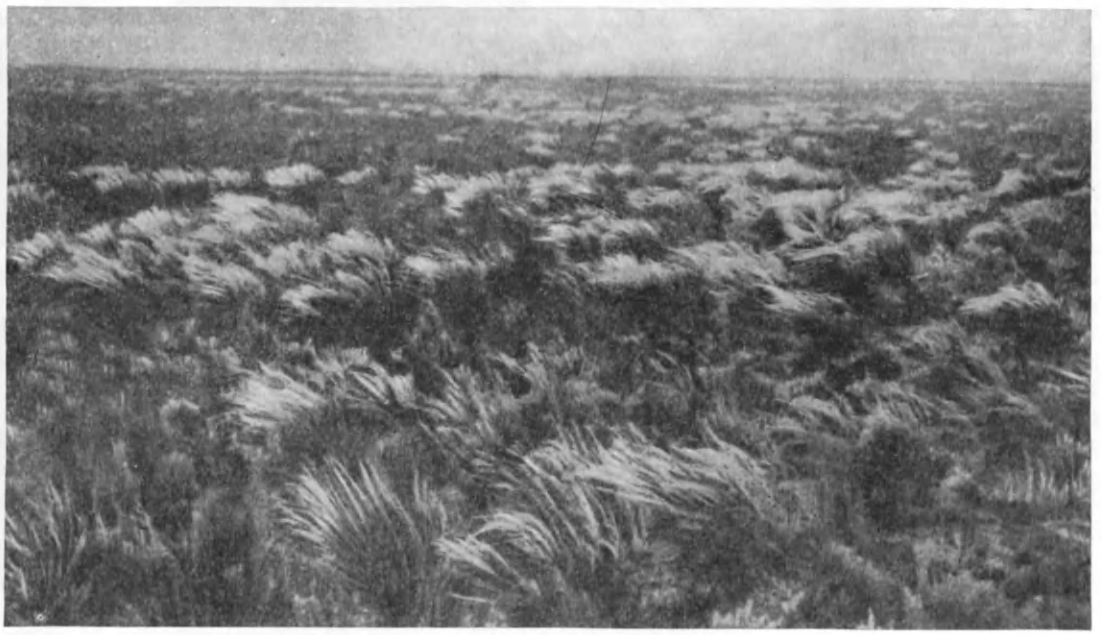
Сухие дикие степи зеленеют только весной, в этот период они очень пестрые и нарядные. Летом же растительность выгорает, часто сухие стебли отрываются от корней и разносятся ветром.

В это время можно наблюдать множество катящихся и прыгающих по степи круглых кустиков сухой травы («катуны»).

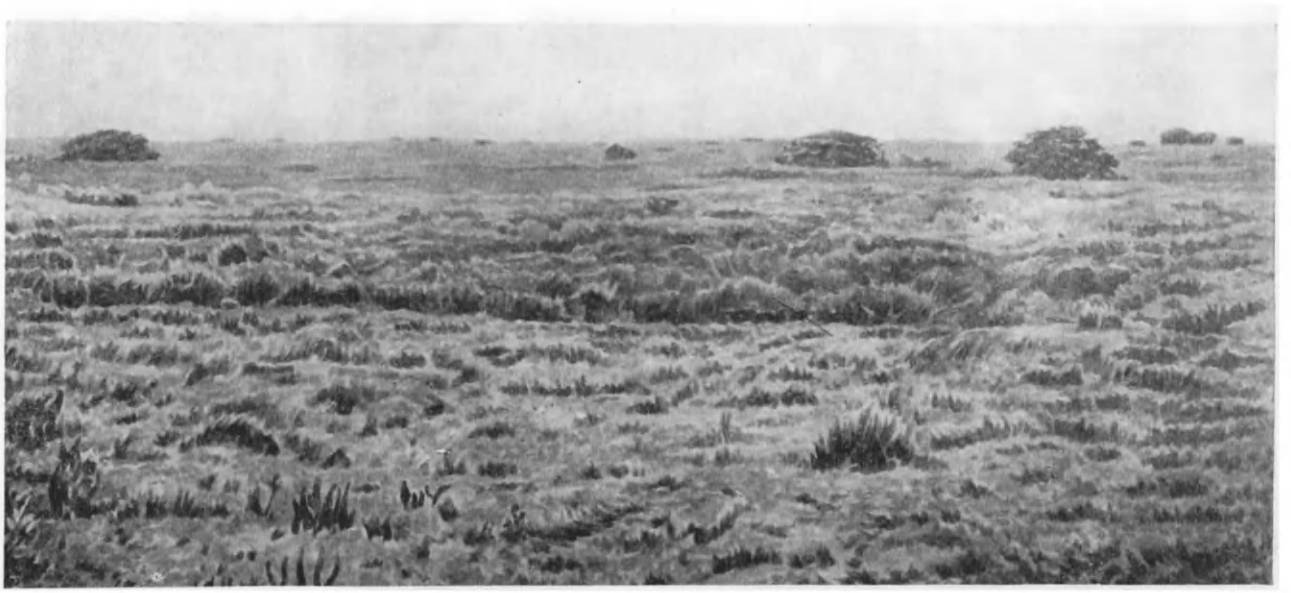
Различные степные животные по-разному приспособились к открытым пространствам. Многие роют норы, где прячутся от врагов, жары и холода. Так поступают сурки, суслики, хомяки, тушканчики. Даже волки иногда захватывают подземные жилища барсуков и лисиц, а в норах грызунов поселяются мелкие хищники (хорьки, ласки), некоторые утки, а также пресмыкающиеся (ящерицы, змеи) и насекомые.

Со степными грызунами постоянно ведется борьба, так как они повреждают посевы и молодые лесопосадки. Суслики, кроме того, могут быть источником эпидемий: на них паразитируют блохи, разносящие чуму (она всегда приходила из степных районов).

С наступлением холодов степные насекомые, пресмыкающиеся, большинство грызунов, ежи и барсуки впадают в спячку.



Ковыльная степь.



Пампа — обширные травянистые степи Южной Америки, граничащие на севере с областью тропических лесов.

Крупные степные животные — антилопы, косули, лисица корсак — хорошие бегуны. В засушливый период они могут передвигаться в поисках воды и пищи на большие расстояния. Новорожденные детеныши антилоп становятся на ноги и могут следовать за матерью.

Чем больше в степи травы, тем больше крупных травоядных. И тем больше хищников. В наших степях характерный хищник — волк (хотя он водится и в других зонах), а в североамериканских — небольшие волки койоты.

Из степных птиц лишь дрофа да серая куропатка живут оседло, не улетая на зиму в теплые страны. Зато летом в степи поселяются очень многие представители царства пернатых: утки, кулики, журавль-красавка, жаворонки.

На большой высоте над степью парят пернатые хищники: орлы, грифы и др. Открытые пространства позволяют им замечать сверху добычу на расстоянии нескольких километров. Хищные птицы садятся отдыхать на курганчиках, телеграфных столбах и других возвышениях, откуда лучше видно и легче взлететь.

Степи Северной Америки называются п р е р и я м и. В них наряду с растениями, обычными для наших степей (ковыль, пырей), есть такие, каких нет в восточном полушарии: бизонова трава, трава Граама и др. Еще большим разнообразием трав отличаются степи Южной Америки — п а м п а.

Жесткие травы в метр—полтора высотой местами сплошь покрывают значительные пространства пампы. Там, где почва несколько влажнее, появляются ярко-зеленые ползучие растения и с ними — вербена алая, розовая, белая. В сырых местах растут желтые и белые лилии. Самое красивое растение пампы — серебристый гинерий, шелковистые метелки которого словно впитали в себя самые разнообразные тона небесной лазури. В этом море травы бродят стада одичалого скота, табуны лошадей, важно вышагивают страусы нанду. У озер и речек, где встречаются рощицы деревьев и кустарников, можно увидеть черных белок, крошечных птичек колибри, крикливых попугаев.

В некоторых горах (Тянь-Шань, Алтай, в горах Забайкалья, в Большом Хингане, в Кордильерах и др.) встречаются места, где многое напоминает равнинную степь. В Средней Азии горные степи почти не отличаются от равнинных ковыльно-типчаковых.

В далекие от нас времена степи занимали огромные территории на равнинах Северной Америки и Евразии. Теперь же они целиком распаханы. На плодородных степных почвах выращивают пшеницу, кукурузу, просо, различные бахчевые культуры.

Естественный растительный покров степей в настоящее время уже почти не существует. Изменился и животный мир. Давно исчезли

Пальмы на приморском бульваре в городе Гагре.

здесь предки наших домашних животных — дикий бык тур и дикие лошади тарпаны, редкими стали некоторые птицы. Сейчас лишь в немногочисленных заповедниках, в таком, например, как наш Аскания-Нова, можно увидеть настоящую целинную степь.

СУБТРОПИЧЕСКИЕ ЛЕСА И КУСТАРНИКИ

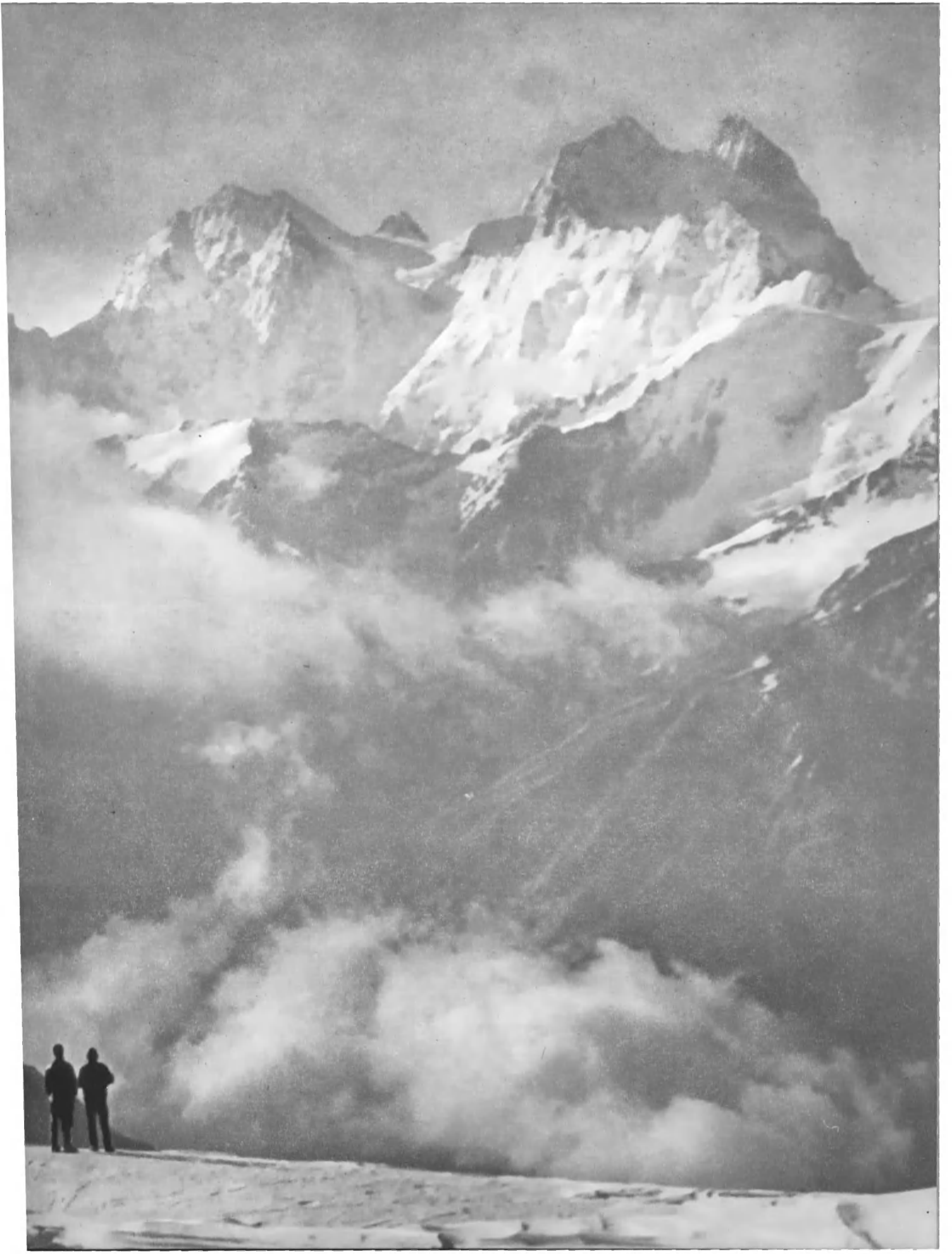
Примерно между 30 и 40° с. ш. и ю. ш. лежат субтропики. Природа их крайне разнообразна. Под этими широтами можно увидеть и пышный вечнозеленый лес, и степь, и знойную пустыню — так неравномерно распределена здесь влага — источник жизни.

На западных окраинах материков располагаются субтропики, часто называемые средиземноморскими, потому что все особенности их природы наиболее ярко выражены на побережьях Средиземного моря.

Лето в этих местах жаркое и засушливое, дожди выпадают большей частью зимой, в течение которой даже слабые морозы случаются редко. В растительном покрове средиземноморских субтропиков преобладают заросли вечнозеленых кустарников и невысоких деревьев. Здесь растут благородный лавр, земляничное дерево, ежегодно сбрасывающее кору, нежный мирт, дикие маслины, розы, можжевельники. У многих растений, приспособив-

Величественны и суровы горы Центрального Кавказа.

На обороте: Камчатка — область бурной вулканической деятельности. Один из действующих вулканов — Авачинская сопка.



шихся к сухому лету, листья превратились в колючки. Обвитые такими же колючими лианами, они становятся непреодолимым препятствием для путешественников.

Когда наступает пора цветения, кустарниковые заросли (их называют маквисом) превращаются в море роскошных цветов — желтых, белых, синих и красных. В окружающем воздухе разливается сильный аромат.

Одно из самых красивых растений средиземноморских субтропиков — итальянская сосна, или пиния. Широкие, раскидистые кроны пиний кажутся особенно великолепными в соседстве с плотными веретенообразными кронами кипарисов. Растут эти прекрасные деревья чаще всего в одиночку. Рощ из пиний сохранилось очень мало. Небольшие леса, которые можно еще встретить в средиземноморских субтропиках, состоят в основном из вечнозеленых дубов — пробкового и каменного. Деревья здесь стоят редко, а между ними буйно развиваются травы и кустарники. В таком лесу много света, и этим он сильно отличается от тенистых русских дубрав.

Иную картину представляют собой субтропики на восточных окраинах материков. В Юго-Восточном Китае и Южной Японии атмосферные осадки выпадают тоже неравномерно, но только дождей бывает больше летом (а не зимой, как в средиземноморских субтропиках), т. е. в то время, когда растительность особенно нуждается во влаге. Поэтому здесь произрастают густые влажные леса из вечнозеленых дубов, камфарного лавра, магнолий. Многочисленные лианы, опутывающие стволы деревьев, заросли высоких бамбуков и различные кустарники усиливают своеобразие субтропического леса.

В юго-восточной части США господствуют заболоченные субтропические леса, состоящие из американских видов сосны, ясеня, тополя, клена. Широко распространен здесь болотный кипарис — огромное дерево, достигающее 45 *м* в высоту и 2 *м* в поперечнике.

В Советском Союзе к субтропикам относятся Южный берег Крыма, Черноморское побережье Кавказа, Ленкоранская низменность на побережье Каспия и некоторые районы юга Средней Азии.

Субтропики — родина ценных культурных растений: апельсинов, мандаринов, лимонов, грейпфрутов, хурмы и др. Помимо цитрусовых, здесь выращивают маслину, лавровишню, инжир, гранат, миндаль, финиковую пальму и многие другие плодовые деревья и кустарники.

ПУСТЫНИ

Пустыни занимают на земном шаре огромные территории, особенно в Азии, Африке и Австралии. Их общая площадь исчисляется в 15—20 млн. *км*^{2}. Различают пустыни умеренного пояса, субтропические и тропические.

В умеренном поясе все равнины Азии от Каспийского моря на западе до Центрального Китая на востоке представляют собой почти сплошь пустынные пространства. В Северной Америке пустынны некоторые межгорные понижения на западе материка.

Субтропические и тропические пустыни располагаются на северо-западе Индии, в Пакистане, Иране, Малой Азии. Они охватывают Аравийский п-ов и весь север Африки, западное побережье Южной Америки на протяжении почти 3500 *км* и центральную часть Австралии.

По окраинам пустыни окаймляются обычно переходными зонами полупустынь.

Климат в пустынях резко континентальный. Лето очень сухое и жаркое, днем температура воздуха в тени поднимается выше 40° (в тропических пустынях до 58°). Ночью жара спадает, температура опускается нередко до 0°. Зимой наступают холода, даже в Сахаре в это время бывают морозы.

Осадков в пустынях выпадает мало — не более 180 *мм* в год. Чилийская же пустыня Атакама получает их менее 10 *мм*. Местами в тропических пустынях дождей не бывает несколько лет подряд.

Жарким, знойным летом скудные остатки растений в почвах пустыни как бы «перегорают». Отсюда светло-серый либо светло-желтый (иногда почти белый) цвет почв, которые так и называются — сероземы. Чаще всего почвенный покров в пустынях выражен очень слабо. Каменистые или глинистые участки сменяются здесь морями подвижного песка. «Песчаные волны» — барханы — достигают 12 *м* высоты. Форма их полулунная либо серповидная, один склон (вогнутый) крутой, другой — пологий. Соединяясь концами, барханы образуют нередко целые барханные цепи. Под действием ветра они передвигаются со скоростью от десятков сантиметров до сотен метров в год.

Не встречающие препятствий ветры в пустыне порой достигают страшной силы. Тогда они поднимают в воздух тучи песка и грозной песчаной бурей проносятся над пустыней.

Глинистые пустыни почти лишены растительности. Это обычно низменные места. Они

легко затопляются и в период небольших дождей похожи на озера, хотя глубина таких «озер» всего несколько миллиметров. Глинистый слой воду не впитывает — она быстро испаряется на солнцепеке, а пересохшая поверхность земли трескается.

Такие участки пустыни называются т а к ы р а м и.

Нередко в пустынях прямо на поверхность выступают различные соли (поваренная, глауберова и др.), образуя бесплодные солончаки.

В песках растения чувствуют себя лучше, чем на такырах, потому что пески лучше впитывают воду и меньше засолены. Летом в нижних, более прохладных слоях песков даже образуются небольшие запасы влаги: это сгущаются поступающие из атмосферы пары воды.

Название «пустыня» совсем не означает полного отсутствия жизни. Некоторые растения и животные хорошо приспособились к существованию в условиях сухости климата и высоких температур.

В пустынях Средней Азии растет саксаул — черный и белый. Крупный саксаул достигает иногда 5 *м* высоты. Листья-веточки у него так малы (это помогает сохранять влагу), что в знойный летний день деревья кажутся позимнему голыми. Но под черным саксаулом в низинах бывает даже слабая тень, спасающая от солнца животных и людей.

У многих пустынных растений в жаркий период сравнительно крупные «весенние» листья заменяются мелкими «летними». А если и встречаются «летние» листья покрупнее, то они либо пушистые (у полыней в Средней Азии), либо покрыты блестящим восковым слоем. Такие листья отражают солнечные лучи и не перегреваются. У некоторых растений (песчаная акация) листья превратились в колючки, что также препятствует испарению влаги. Небольшой кустарник — черная полынь — обычно лишен листьев и выглядит очень мрачно. И лишь весной черная полынь словно оживает, покрываясь ненадолго пушистой серебристой листвой.

В пустынях западного полушария растет множество различных кактусов. Они по-своему приспособились к засушливому климату: в мясистых стеблях и листьях накапливаются большие запасы воды, иногда 96% всего веса растения. Североамериканский кактус карнегия гигантская (высота до 15 *м*) запасает в своих стеблях 2—3 тыс. *л* воды.

Растения пустыни, как правило, имеют хорошо развитую корневую систему. Она позволяет им добывать влагу из глубоких слоев почвы. Некоторые из таких растений (пустынная осока) мощной корневой системой могут закреплять пески.

У животных пустыни тоже есть свои приспособления к окружающим условиям. Многие обитатели пустыни окрашены в желто-серые тона,

Песчаная пустыня с барханами.

что позволяет им скрываться от врагов или незаметно подкрадываться к добыче.

Все обитатели пустыни стараются укрыться от палящего зноя. Голуби, воробьи и сычи умудряются гнездиться и отдыхать в стенах колодцев. Хищные птицы (орлы, во́роны, соколы) устраивают гнезда на буграх и в развалинах построек, выбирая теневую сторону. Многие животные прячутся в норы, где летом не так сухо и жарко, а зимой не слишком холодно. И если обитатели большинства зон умеренного пояса впадают в спячку зимой, то иные животные пустыни засыпают летом, перенося таким образом недостаток влаги.

А тонкопалый суслик вообще обходится без питьевой воды: ему достаточно влаги, содержащейся в поедаемых растениях. Не «умеет» пить и мохноногий тушканчик: когда в неволе ему предлагают воду, он мочит в ней лапки и облизывает их.

Как и многие обитатели степей, некоторые животные пустыни — прекрасные бегуны. Огромные расстояния пробегают в поисках воды и пищи дикие ослы куланы. Они могут развивать скорость до 70 *км/час*. Еще быстрее бегают гепарды — дикие кошки на длинных ногах с полувтяжными когтями.

Растрескавшаяся глинистая поверхность пустыни (такыр).

Сухой климат пустынь крайне неблагоприятен для земноводных, а вот пресмыкающихся здесь очень много: различные змеи, ящерицы (в том числе очень крупные — вараны), черепахи. Спасаясь от жары и от врагов, многие из них быстро зарываются в песок. А ящерица агама, наоборот, взбирается на кусты — подальше от раскаленного песка.

Превосходно приспособлен к жизни в пустыне верблюд. Он может питаться травой, которая не усваивается другими животными, мало пьет, способен пить даже соленую воду. Верблюды хорошо переносят длительный голод: в их горбах отлагается запас жира (до 100 *кГ* и больше). На теле и ногах верблюда есть мозоли, позволяющие ему ложиться на раскаленный песок. Опираясь на широкое раздвоенное копыто, верблюд свободно передвигается по пескам. Все эти особенности делают его незаменимым помощником человека в условиях пустыни. Верблюд ходит в упряжи, под вьюком и седлом, дает теплую шерсть. Одомашнен он 4 тыс. лет назад.

Под песками пустынь часто находят следы древних поселений и оросительных систем. Они разрушались во время войн, и, покинутые людьми, когда-то цветущие земли стали добы-

чей пустыни. Но и теперь там, где долго не меняются места выпаса скота или слишком много вырубается кустарников, пески, не скрепленные уже корнями растений, переходят в наступление.

Закрепление сыпучих песков растениями — один из вернейших способов покорения пустыни. Кроме того, пески можно «сковать» специальными эмульсиями, тонкую пленку которых легко пробивают молодые побеги растений. Советские ученые уже применили такую эмульсию в районе нефтепромыслов Небит-Дага и Кум-Дага.

Если оросить пустыню достаточным количеством влаги, облик ее преобразится. Тогда здесь можно будет выращивать рис, хлопок, бахчевые, кукурузу, пшеницу, фруктовые сады, виноградники. Оазисы пустынь дают 25—30% мирового сбора хлопка и почти 100% мирового урожая фиников. На орошаемых землях в пустынях Средней Азии можно снимать в год по два урожая различных сельскохозяйственных культур.

В пустынных районах Советского Союза площадь орошаемых земель за короткий период увеличилась более чем в полтора раза.

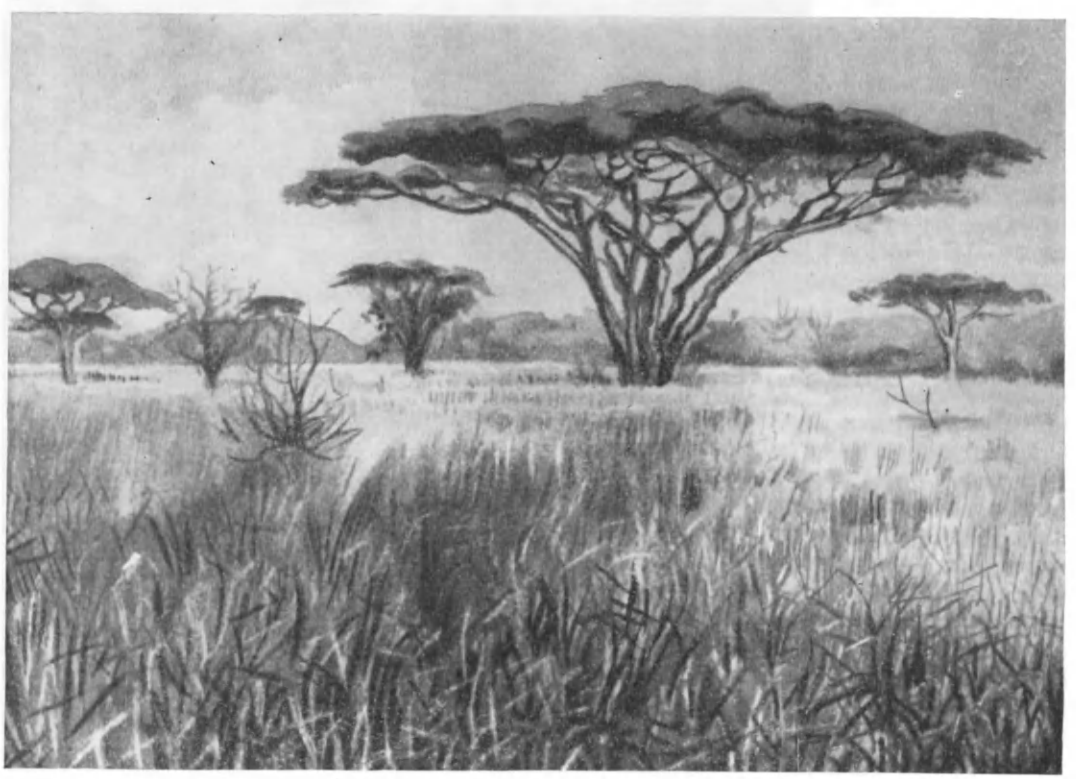
Со временем труд человека превратит бесплодные пустыни в края изобилия. От самих людей зависит, чтобы ураган войны никогда больше не превращал цветущие сады и поля в пустыни.

САВАННЫ

В приэкваториальных поясах северного и южного полушарий располагаются тропические степи — с а в а н н ы (от испанского «сабана» — дикая равнина). В Африке, на Бразильском нагорье в Южной Америке и на севере Австралии они занимают огромные пространства.

Климат саванн — тропический. Здесь очень четко выражены два сезона — сухой и влажный. В связи с этим вся жизнь природы подчинена определенному ритму.

В сухой период жара достигает 50°. В это время саванна производит унылое впечатление: пожелтевшие и засохшие травы, лишенные листвы деревья, красно-бурая, растрескавшаяся почва, отсутствие видимых признаков жизни.



Саванны — обширные пространства, покрытые травянистой растительностью с редко разбросанными акациями, баобабами и кустарниками.

Но вот начинаются дожди, и саванна оживает буквально на глазах. Почва жадно впитывает влагу и покрывается высокой, выше человеческого роста, травой. Всюду зеленеют растущие группами или в одиночку деревья и кустарники. Кроны у деревьев зонтиковидные, особенно у акаций.

Самое крупное растение африканских саванн — баобаб. Он не выше нашей сосны, но ствол его чрезвычайно толст— до 10 *м* в поперечнике. Внешне это дерево непривлекательно, красивы лишь его крупные белые цветы. Плоды баобаба невкусны, но для обезьян — настоящее лакомство.

В саваннах Австралии растут эвкалипты — гигантские деревья высотой до 150 *м*. Их много видов. У некоторых видов эвкалиптов листья могут поворачиваться к солнечным лучам ребром и поэтому не дают почти никакой тени, но это уменьшает испарение влаги. Среди редко разбросанных деревьев встречается скрэб — густые заросли акации бриголоу, пустынного дуба, сандалового дерева. Между ними попадаются причудливые «бутылочные деревья» с вздутым от основания до кроны стволом.

Животный мир саванн, особенно африканских, необычайно богат и разнообразен. Здесь обитают крупные представители сухопутных животных: на берегах озер и в воде живут неуклюжие бегемоты, приходят тяжелые буйволы, среди ветвей мимоз можно увидеть красивые головки жираф. В гуще травы, припав к земле, караулит добычу лев. И не всегда быстрые ноги антилоп спасают этих легких изящных животных от грозного владыки африканской саванны. Но чаще его жертвами становятся беспечные зебры.

Легкий шорох травы выдает присутствие иных обитателей. Это змеи. Здесь их очень много, и самая страшная из них — аспид. Его боятся и человек, и животные: укус аспида смертелен. Только орел-скоморох бесстрашно сражается с этой змеей и почти всегда побеждает.

Обилие тепла, а во влажный период и осадков, плодородные, как наш чернозем, почвы позволяют выращивать в зоне саванн различные зерновые культуры, хлопок, арахис, сахарный тростник, бананы, ананасы. Поэтому люди с незапамятных времен занимаются здесь земледелием, а на роскошных пастбищах саванн пасут скот.

В африканских саваннах живет самая крупная современная птица — африканский страус.

ТРОПИЧЕСКИЕ ЛЕСА

Тропические леса растут вблизи экватора, по обеим его сторонам, между северным и южным тропиками. Здесь очень жарко и влажно. Годовое количество осадков достигает местами 10 тыс. *мм*, а в Черрапундже (Индия)— 12 тыс. *мм*. Это в 20 раз больше, чем в лесах умеренного пояса. Обилие тепла и влаги— вот главная причина сказочного богатства и разнообразия растений и животных во влажном тропическом лесу.

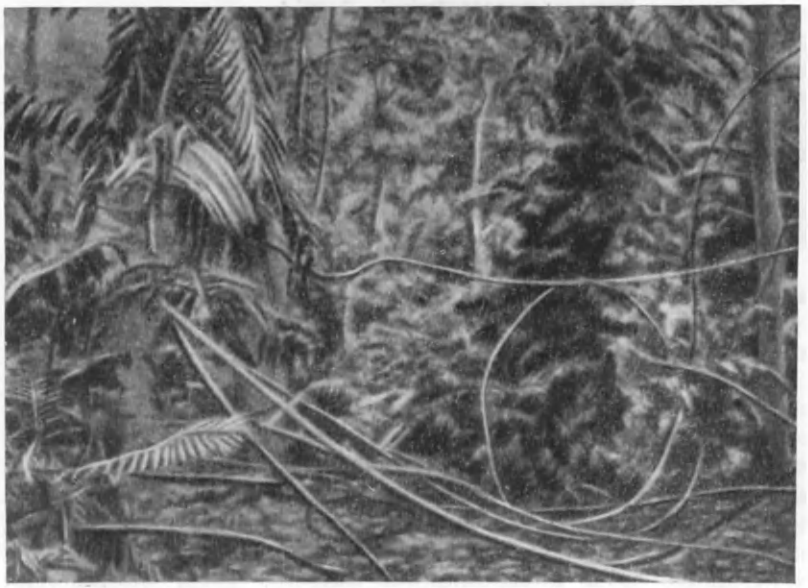
Погода здесь отличается удивительным постоянством. Перед восходом солнца в лесу довольно прохладно и тихо, небо безоблачно. Восходит солнце, и температура начинает повышаться. К полудню наступает жара, воздух становится удушливым. Два-три часа спустя на небе появляются тучи, сверкают молнии, оглушительные раскаты грома сотрясают воздух и начинается ливень. Вода льется как будто сплошным потоком. Под ее тяжестью ломаются и обрушиваются ветви деревьев. Реки выходят из берегов. Дождь продолжается обычно не больше часа. До заката солнца небо очищается, ветер стихает, и вскоре лес погружается в ночной мрак, наступающий быстро, почти без сумерек.

Под влажными тропическими лесами образуются к р а с н ы е л а т е р и т н ы е почвы мощностью до нескольких десятков метров. Цвет их обусловлен присутствием большого количества окислов железа. Иногда еще примешиваются желто-белые окислы алюминия— тогда почва становится пятнистой. Во время тропических ливней из почвы вымывается значительная часть перегноя, и для выращивания культурных растений (сахарный тростник, цитрусовые и др.) ее приходится удобрять.

Влажный тропический лес — многоярусный, вечнозеленый, чрезвычайно богатый по количеству видов растений. Деревья верхнего яруса поднимаются до 80—100 *м* высоты. Здесь растут и самые длинные наземные растения — пальмы-лианы (ротанги), тянущиеся на 300—400 *м*.

В нижних ярусах тропического леса сумрачно, жарко и душно, как в теплице. Стволы деревьев обвиты деревянистыми и травянистыми лианами, которые врезаются в кору опорного дерева и в конце концов уничтожают его. На стволах и листьях деревьев паразитируют папоротники, орхидеи, лишайники.

Растения влажного тропического леса сбрасывают листву в разное время, иногда до 6 раз



Тропический лес.

в году. Некоторые деревья теряют листья поочередно с разных ветвей. Опадающие листья обычно не желтеют, и поэтому здесь всюду господствует зеленая окраска. В тропиках насчитывается до 600 видов различных фикусов, некоторые из них значительно больше нашего дуба. В лесу растут древовидные папоротники, похожие на пальмы. В тропиках очень много пальм. У них нет ветвей — листья собраны в верхней части высокого ствола. Плоды финиковой, кокосовой, масличной и других пальм используются человеком.

Цветки и плоды многих тропических растений очень крупные и образуются прямо на стволе (вероятно, потому, что насекомые-опылители не добираются до слишком высокой кроны). Красный цветок раффлезии, паразитирующей на корнях и стеблях лиан, достигает 140 *см* в поперечнике. Запах его неприятен. Он напоминает падаль и привлекает мух, которые опыляют растение. В нижнем ярусе тропического леса несколько видов бананов, плоды некоторых из них съедобны.

В дебрях тропического леса обитают разнообразные животные. От исполинов слонов, носорогов, бегемотов до едва заметных насекомых — все находят здесь себе приют и пищу.

Представители некоторых групп животного мира в тропических лесах многочисленны. Именно здесь живет больше всего обезьян, в том числе и человекообразных. Из птиц одних попугаев в Южной Америке насчитывается более 150 видов. Амазонского попугая легко научить говорить. Попугай не понимает смысла произносимых слов — он просто подражает сочетанию звуков. Насекомых в тропическом лесу очень много: в Бразилии известно свыше 700 видов бабочек, это ведь почти в пять раз больше, чем в Европе. Некоторые из них гиганты, как, например, бабочка тизания: размах ее крыльев до 30 *см*.

В богатых водой тропических лесах наряду с различными пресмыкающимися (крокодилами, черепахами, ящерицами, змеями) встречается множество земноводных. На одном только о-ве Калимантан видов земноводных в 7 раз больше, чем в Европе. Пресмыкающиеся тропиков достигают огромных размеров: некоторые крокодилы бывают длиной до 10 *м*, а южноамериканский удав анаконда достигает 9 *м*. В тропиках очень много разнообразных муравьев.

Обилие растительной пищи привлекает в тропические леса множество растительноядных животных, за которыми в свою очередь идут хищники: леопарды (пантеры), ягуары, тигры, различные куньи и т. д. Полосатая либо пятнистая окраска многих обитателей, хотя и кажется очень яркой и заметной, на самом деле помогает животным скрываться в пронизанном кое-где солнечными лучами полумраке нижних ярусов тропического леса.

Своеобразна природа так называемых м а н г р о в ы х т р о п и ч е с к и х л е с о в. Они растут на низменных морских побережьях, защищенных от прибоя, но затопляемых в часы приливов. Мангровые леса — это густые заросли невысоких (5—10 *м*) деревьев и кустарников. Они растут на вязком илистом грунте. В таких условиях опорой растению служат разветвленные воздушные (ходульные) корни, которые погружены в ил. Но поскольку илистая почва здесь отравлена сероводородом, кислород растения получают только из воздуха — с помощью других, специальных воздушных корней. В старых листьях при этом образуются запасы пресной воды, необходимой для молодой листвы. Плоды растений имеют воздушные полости и не тонут в воде, а могут долго плавать в океане, пока не задержатся

где-нибудь на отмели и не прорастут. Мангровые леса, закрепляя ил и песок, мешают судоходству в устьях тропических рек.

Богатая природа тропических лесов издавна снабжала людей своими дарами. Но и в наши дни большие площади диких джунглей малодоступны, заболочены, слабо освоены человеком. Тропический лес растет очень быстро. Заброшенные почему-либо поля, дороги, просеки и вырубки сразу же зарастают. Людям все время приходится вести борьбу с наступающими на поля джунглями. Набеги хищников на селения, обезьян и копытных на плантации приносят немало вреда.

Много замечательных представителей тропической фауны (слонов, носорогов, антилоп) было варварски истреблено европейскими колонизаторами. Сейчас в некоторых государствах уже приняты меры по охране редких тропических животных: запрещена охота, созданы заповедники.

* * *

Облик природных зон Земли и их границы не всегда были такими, как теперь. За долгую историю нашей планеты неоднократно изменялись рельеф, климат, растительность, животный мир.

В далеком прошлом на Земле много раз происходили похолодания. Во время последнего такого периода значительная часть Евразии и Северной Америки была покрыта мощными льдами.

В южном полушарии льды проникли в Южную Америку и Австралию. Но потом вновь стало теплее и льды отступили в северном полушарии к северу, а в южном — к югу, оставшись огромными шапками лишь в Гренландии и Антарктиде.

После окончания последнего ледникового периода и возникли на Земле современные природные зоны. Но и теперь они не остаются неизменными, потому что не остановилась в вечном развитии природа, она продолжает непрерывно изменяться и обновляться. Немалую роль в этом процессе играет человек, его трудовая деятельность. Человек выращивает культурные растения на месте диких степей и дремучих лесов, уничтожает одних животных и разводит других, орошает засушливые территории и осушает болота, соединяет реки и создает искусственные моря — он преобразует лик Земли.

Но иногда воздействие человека на природу приводит к нежелательным последствиям. Распашка земель часто сопровождается размывом и смывом почв, их развеиванием и, следовательно, ухудшением условий существования растений. Поэтому в США, после того как было уничтожено $^2/_3$ лесов, площадь пустынь увеличилась вдвое.

Выжигание лесов в Африке вызвало наступление пустынь на саванну, которая в свою очередь возникает там, где сводятся тропические леса.

Такие изменения географических зон уменьшают природные богатства нашей планеты. Преобразование природы должно быть разумным. Мы должны не обеднять ее, а делать еще более богатой и прекрасной.

■

ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА

Много ли людей на земном шаре?

Это известно довольно точно — число обитателей нашей планеты выглядит внушительно — их более трех миллиардов!

Но если собрать всех людей в одном месте и предоставить каждому один квадратный метр площади, то все человечество уместится в прямоугольнике, длина которого будет равняться 60 *км*, а ширина — 50. Иначе говоря, все человечество, если, правда, его основательно потеснить, можно разместить на площади, равной примерно 3 тыс. *км*^{2}. А площадь поверхности всей суши — 149 млн. *км*^{2}.

Как видно, ответить на вопрос, много или мало людей на Земле, не так-то просто. В этом случае, как и во многих других, судить о количестве населения нужно не по сухой цифре, а по делам человека, по масштабам его воздействия на природу.

Если бы все земляне были вооружены только двумя руками или примитивными орудиями труда вроде заостренной палки, как на заре человеческой истории, они затерялись бы среди дремучих лесов, обширных степей и пустынь. Но современное человечество вооружено могучей техникой. Рассеянное почти по

всему лику Земли, оно упорно трудится, и труд этот многое изменил на поверхности нашей планеты, наложил неизгладимую печать на ее облик.

Можно ли представить себе земной шар без гигантских многомиллионных городов, бесчисленных сел и деревень? Без огромных промышленных предприятий? Без обширных полей, раскинувшихся на месте сведенных лесов или распаханных степей? Без сложной сети железных и шоссейных дорог? Без каналов и водохранилищ, столь обширных, что их, хотя это неточно, даже называют «морями»?

Конечно же, нельзя! Все это давно стало неотъемлемыми чертами земного лика.

Но простое перечисление грандиозных творений человеческих рук и человеческого разума еще не дает представления о масштабе воздействия человека на природу.

Бесчисленны реки земного шара! Только в Советском Союзе насчитывается свыше 150 тыс. рек.

И все они — большие и малые — стремятся к океану или в обширные впадины, а в пути размывают горные породы, подхватывают мелкие частицы глины, песка... Чтобы представить себе, сколько вот такого вещества — его называют твердым стоком — выносят реки в океан, нужно вообразить себе фантастических размеров куб, высота, длина и ширина которого равны примерно пятнадцати километрам; это означает, что верхняя грань этого куба будет находиться выше самых высоких облаков!

По всему земному шару рассеяны рудники, шахты, металлургические предприятия, повсюду ведутся земляные работы... И в результате человек ежегодно выносит на поверхность такое количество различных горных пород, что оно всего лишь в три раза меньше общей суммы твердого стока всех рек Земли!

На земном шаре известно более 600 действующих вулканов. Извержения их происходят неодновременно, но достаточно часто. Вулканы выносят на поверхность планеты большие массы глубинных пород.

А люди, чтобы жить, распахивают землю и засевают поля пшеницей, кукурузой и другими сельскохозяйственными культурами. И при этом они ежегодно перемещают массу почвы, в три раза превосходящую количество всех вулканических продуктов, поступивших за это же время из глубины на поверхность.

Самая крупная река Европы — Волга, и она уже подчинилась человеку: плотины гидроэлектростанций, за которыми разлились водохранилища, резко изменили ее режим. Рыбинское водохранилище на Волге всего лишь в два раза меньше такого большого озера, как Онежское...

Приведенных примеров уже достаточно, чтобы ответить на поставленный нами вопрос: да, людей уже так много на Земле и техника их так могуча, что они, добывая средства существования, изменяют природу в планетарном масштабе.

Это очень важное обстоятельство, и оно налагает особую ответственность на такую науку о земном шаре, как физическая география.

Почему?

Чтобы найти правильный ответ на этот вопрос, давайте послушаем рассказ советского путешественника, посетившего на корабле «Витязь» о-в Рождества в Индийском океане. Остров этот, так же как и некоторые другие островки, очень богат ценным удобрением — фосфатом, который добывается там иностранной капиталистической компанией. Но предоставим слово очевидцу. «Тысячелетиями природа трудилась над тем, чтобы создать эти «кладовые»,— рассказывает путешественник об островке. — Извечная система пассатных ветров, увлекая за собой поверхностные воды, образует могучие течения — реки в океанах и подобно гигантскому насосу поднимает из холодных глубин воды, богатые солями фосфора и азота. В верхних слоях океана, пронизанных солнечным светом, массами развиваются мельчайшие водоросли — растительный планктон. На этих пастбищах откармливаются бесчисленные стаи рыб. Издалека слетаются миллионы птиц охотиться на рыб.

На протяжении многих веков, поедая рыб, птицы оставляли на острове свой помет, заполнявший все расщелины и углубления среди известковых скал. Жаркий климат быстро высушивал помет, превращая его в прочную горную породу. Позднее все это скрыл буйный тропический лес.

Крутая горная дорога ведет к разработкам. Взбираемся по ней. По пути встречаем бульдозеры — они уничтожают лес, чтобы очистить площадь для добычи фосфатов. Под ножами машин один за другим падают огромные стволы. А дальше, на верхнем плато, десятки экскаваторов выбирают ценнейшие удобрения из «карманов» известковых скал. Там, где прошли машины, все живое уничтожено. Точно бесчисленные «зубы» торчат голые известковые скалы, лишенные почвы, травы, кустарников, деревьев.

— Что же будет с островом? — почти вслух произносим мы.

И, угадывая наши мысли, управляющий рудником говорит:

— Когда весь остров станет таким, человеку здесь будет нечего делать».

Остров Рождества — крохотный кусочек суши, затерянный в океане, но пример этот многое позволяет понять.

Первое и главное заключается в том, что, добывая средства существования (а фосфаты пойдут на поля, на плантации), человек невольно нарушает взаимосвязи, издавна сложившиеся между природными явлениями. В некоторых случаях эти нарушения не ведут к каким-либо серьезным последствиям; в других же — и таких случаев гораздо больше,— добывая одно, люди калечат другое, причиняя тем самым себе огромный вред.

Некогда на земном шаре площадь лесов достигала примерно семи миллиардов гектаров! К нашему времени она сократилась почти вдвое. Деревья всегда служили человеку топливом, шли на строительство жилищ. Главным «соперником» леса оказались поля — это они наступали на леса, теснили их. Но леса и поля — вовсе не враги, они друзья. Леса задерживают для полей воду, не позволяя ей весной стремительно скатываться в реки. И леса защищают поля от ветров, от бурных ручьев, они препятствуют развеиванию почвы. Неправильно было бы утверждать, что человеку совсем не надо было сводить леса. Но их надо было сводить не сплошь, а так, чтобы они продолжали защищать поля. Это сберегло бы человечеству много ценной земли, много плодородной почвы... К сожалению, этого не произошло. Ученые подсчитали, что из-за развеивания и размыва почвы на земном шаре уже пропало более 50 млн. гектаров некогда плодородных земель... В Соединенных Штатах Америки, где от общей площади взрослого леса осталась лишь третья часть, ежегодно смывается с полей и пастбищ до 3 млрд. *т* почвы...

Стало быть, добывая средства существования, вмешиваясь по тем или иным причинам в ход природных процессов, люди обязаны предвидеть последствия своего вмешательства.

А насколько все тесно взаимосвязано в окружающем человека мире, можно судить и по двум следующим примерам.

Каждую весну на побережьях северных морей несметные стаи птиц образуют «птичьи базары». Среди этих птиц есть «полезные» — те, которые дают человеку пух, яйца, идут в пищу; есть, конечно, и «вредные» — хищники, которые нападают на «полезных» птиц... Как в этом случае должен поступить человек? Казалось бы, тут не может быть двух мнений: нужно уничтожать «вредных» птиц, чтобы они не причиняли вреда «полезным». Так и было однажды сделано на северном побережье Скандинавского п-ова.

Богато рыбой устье Дуная — издавна добывают ее там в большом количестве. Но рыбу добывают не только люди, ее промышляют и птицы — бакланы... И тут, казалось бы, все просто: бакланы птицы «вредные», их надо истреблять, и тогда человек сможет больше вылавливать рыбы. Истребили бакланов.

А потом пришлось людям искусственно восстанавливать поголовье «вредных» птиц-хищников в Скандинавии и «вредных» бакланов в устье Дуная. С немалым опозданием люди обнаружили, что они сами себе причинили вред, неправомерно разрушили давно уже сложившиеся взаимосвязи между животными. Что же произошло?

Произошло событие, которое не предвидели заранее: среди «полезных» птиц и среди рыб начались массовые заболевания, погубившие огромное количество и птицы, и рыбы. Выяснилось, что «вредные» хищники ловят преимущественно больных животных и выполняют как бы роль санитаров, предупреждая возникновение эпидемий.

«Обреченный остров» — так назвал свою статью об о-ве Рождества советский путешественник. Островок этот совсем невелик, и, как ни жаль его, гибель островка не приведет человечество к катастрофе. Сравнительно невелико и устье Дуная, и потому там удалось исправить допущенные ошибки... Но выше уже приводились доказательства тому, что размах человеческой деятельности приобрел планетарные масштабы, а Землю не покинешь, как обреченный о-в Рождества, и совсем непросто исправлять ошибки, крупные по масштабу...

Вот почему физическая география, наука о сложном комплексе природных явлений, окружающих человека, должна быть постоянно начеку, должна заранее предсказывать, к каким последствиям приведет вмешательство человека в ход природных процессов.

А могла ли судьба о-ва Рождества сложиться иначе?

Конечно, но это уже проблема общественная.

Добыча фосфатов на о-ве Рождества ве-

дется хищнически, без заботы о завтрашнем дне. Так же хищнически эксплуатировались природные богатства в предшествующие эпохи: и при рабовладельческом строе, и при феодальном. Как видим, ничто не изменилось в этом отношении и при капиталистическом строе.

Судьба о-ва Рождества сложилась бы иначе, если бы им распоряжались люди социалистического общества. Коммунизму, основы которого уже заложены в нашей стране, органически чуждо хищническое отношение к природе. Все взаимоотношения с окружающим миром будут строиться при коммунизме на высоконаучной основе.

В самом деле, человек вовсе не был «архитектором» географической среды, в которой он живет, она развивалась, отнюдь не считаясь с его волей, и досталась ему в «готовом» виде... Далеко не все в природе размещено удобно для человека. Скажем, в одних районах земного шара много воды, в других — мало. Без достаточного же количества воды невозможно, как известно, заниматься сельским хозяйством, и до сих пор на земном шаре пропадают огромные площади пустынь, богатые теплом и светом... А тепла в то же время не хватает другим районам — тайге, тундре.

Вот почему ум человека уже давно волнует увлекательнейшая и сложнейшая проблема — управление природными процессами. И тут опять-таки не последнее слово будет принадлежать физической географии.

После всего, что уже сказано об этой науке, наша мысль едва ли вызовет сомнения: нельзя изменять природу, не зная, к чему в конечном итоге приведет изменение.

Существует бесчисленное количество проектов преобразования природы, причем особенно часто авторы различных проектов «утепляют» климат.

Но какие изменения произойдут в природе, если, допустим, вместо холодного морского течения берега континента начнет омывать теплое течение? Ограничиться ли дело тем, что климат побережья станет теплее?

Современному человеку пока не по силам провести такой опыт, но, к счастью, ему на помощь пришла сама природа.

Трижды за последние сто лет, в 1891, 1925, и 1941 гг., у Тихоокеанского побережья Южной Америки происходили следующие любопытные события. Как известно, Тихоокеанское побережье Южной Америки омывается Перуанским течением, или течением Гумбольдта. Течение это холодное, и оно, во-первых, снижает температуру на побережье, а во-вторых, наряду с другими климатическими факторами как бы «высушивает» прибрежные районы (там находится пустыня Атакама). Течение это очень богато планктоном и, следовательно, рыбой — сардинами, анчоусами, морским окунем, которые в большом количестве вылавливаются человеком.

Обычно каждое лето в южном полушарии навстречу течению Гумбольдта устремляется теплое течение Эль-Ниньо, доходящее до мыса Бианко у 4° ю. ш. Но в некоторые годы, когда ослабевает северо-восточный пассат и на смену ему приходят северо-западные ветры, течение Эль-Ниньо проникает почти на тысячу километров дальше к югу.

На глазах людей демонстрируется как бы классический случай изменения климата: холодное Перуанское течение отступает от берегов, и на смену ему приходит теплое течение Эль-Ниньо, температура которого на 7—8° выше обычной для этих мест.

В результате в океанской воде у побережья уменьшается количество кислорода (в холодной воде его всегда больше), что приводит к гибели многих живых организмов. Промысловая рыба либо уходит от берегов, либо умирает, и побережье покрывается гниющими морскими организмами. Сероводород отравляет воздух, а на воде появляется дурно пахнущая черная пленка (у моряков это явление известно под названием «краски Кальяо», потому что особенно страдает порт Кальяо — морские ворота столицы Перу).

Вслед за рыбой покидают берега многомиллионные стаи бакланов, альбатросов и других птиц. На обнаженные склоны гор, на пустынное побережье, где обычно господствует тихая ясная погода, обрушиваются штормы, грозные ливни. Пустыня расцветает, появляется тропическая растительность. Реки наполняются водой. Приспособленные к сухому климату дома и постройки разваливаются. Дороги смываются. Обнажаются и выходят из строя проложенная под землей электросеть, водопроводные трубы. Ближайшие города оказываются без света и питьевой воды. Начинают гнить, разлагаться залежи гуано — ценного удобрения. Появляется множество насекомых и возникает реальная угроза эпидемий...

Эти эксперименты, поставленные самой природой, продолжались около месяца. Но и такого небольшого срока достаточно, чтобы убедиться в правильности вывода, сделанного физической географией: природа, окружающая человека, настолько чуткий, тонкий и слажен-

ный механизм, что малейшее нарушение хода естественных процессов (в приведенном примере произошла всего-навсего смена северо-восточных ветров северо-западными) вызывает длинную цепь последствий. Особенно важно подчеркнуть, что далеко не все эти последствия оказались благоприятны для человека.

А что произойдет, если растопить ледники Антарктиды? Климат на земном шаре станет теплее — сам собой напрашивается ответ. Но и в этом случае дело обстоит не так просто.

Да, уничтожение ледников приведет к значительному повышению температуры в южных высоких широтах. Во всяком случае, таким будет первоначальный результат.

Далее, уровень океана повысится на несколько десятков метров, и, значит, под водой окажутся целые страны, густо заселенные низменности с плодородными почвами, и людям придется менять места жительства, переходить на возвышенности.

Глубокое проникновение морских заливов в массивы суши сделает климат материков более ровным, теплым и влажным. В то же время резко замедлится течение почти всех рек земного шара, в руслах их начнут откладываться ил, песок, которые раньше выносились в океан...

Широкое распространение получат болота, потому что повысится уровень грунтовых вод, что в свою очередь приведет к изменению почв, характера растительности. В частности, наверное, начнут разрушаться черноземы — почвы, сформировавшиеся в условиях сухого климата.

Ледники Антарктиды особенно быстро росли в то время, когда таяли ледники северного полушария. Не устремится ли освободившаяся влага в обратном направлении, не обрушатся ли на Европу, Азию, Северную Америку небывало сильные ливни?

Чаще, чем теперь, облака будут закрывать от людей солнце. В настоящее время средняя температура атмосферы земного шара 14°,4 тепла, а средняя облачность — 50%. Но если процент облачности возрастет до 60, то средняя температура на Земле снизится на 10°. Подумайте, к каким последствиям может это привести?!

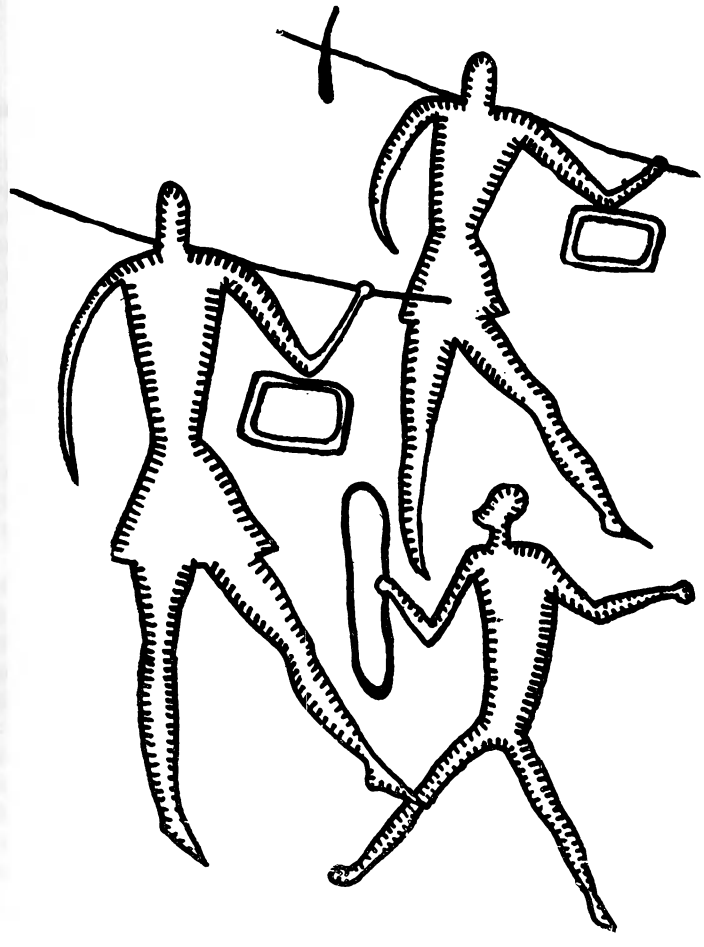
Наконец, освобожденная от груза ледников, поднимется над уровнем океана Антарктида. Но большой массив суши, находящийся в высоких широтах, сам по себе является источником охлаждения климата. Ученые подсчитали, что если освободившийся ото льда массив суши вновь увеличится на 500—600 *км* в поперечнике, то над ним возникнет постоянный антициклон и средняя годовая температура этой суши без всяких дополнительных причин понизится на 10° по сравнению с первоначальной; этого уже вполне достаточно для возникновения нового оледенения.

Означает ли это, что человек не должен преобразовывать природу в больших масштабах?

Нет, конечно. Стремительно возрастает техническое могущество человека и так же стремительно должны шириться наши знания о том, как поведет себя измененная человеком природа. Вот почему физическая география, древнейшая наука о Земле, и сегодня устремлена в будущее!

Человек коммунистического общества, располагая могучей техникой, будет не только разумно использовать природные богатства — он непременно начнет преобразовывать природу в гораздо более широких масштабах, чем делаем это мы сегодня.

■



НАСЕЛЕНИЕ ЗЕМЛИ

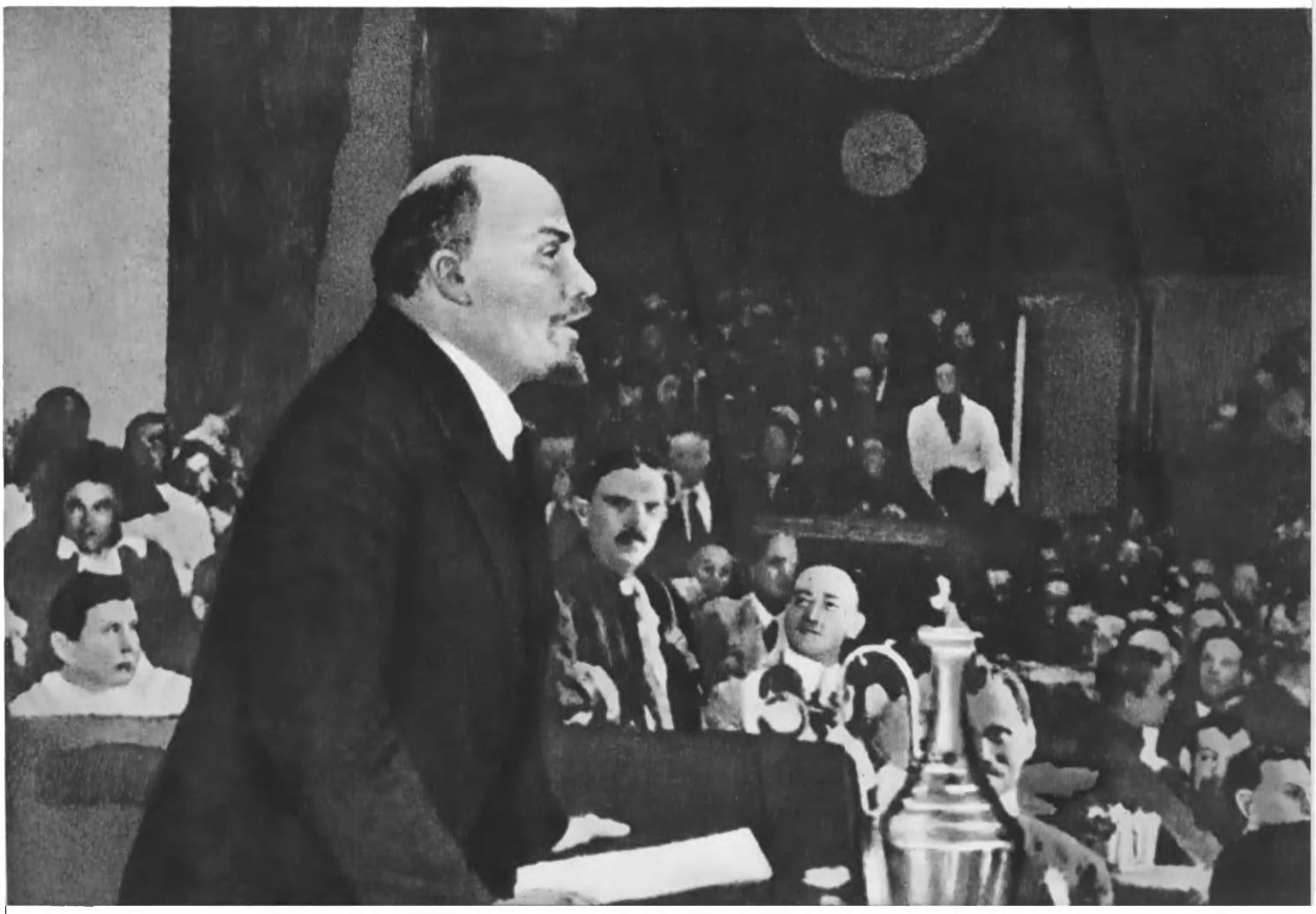
НАРОДЫ МИРА

ЧЕЛОВЕК ЗАСЕЛЯЕТ ПЛАНЕТУ

Земная суша почти вся заселена. Люди живут в тропических лесах, в тундрах Арктики, на высокогорном Памире, в песчаных пустынях Монголии и Сахары. Только на южном полярном материке, покрытом вечными льдами, Антарктиде, нет еще постоянного населения.

Но так было не всегда. Первобытные люди сперва жили лишь в тех немногих областях, где они произошли от обезьяноподобных предков, и условия жизни были для них наиболее благоприятны. В поисках пищи наши далекие предки вынуждены были осваивать новые места и все шире расселяться по Земле.

К тому времени, когда люди научились шлифовать каменные орудия, т. е. к новому каменному веку (неолиту), были заселены уже все материки (кроме Антарктиды). Конечно, заселены они были совсем не так густо, как теперь: небольшие группы людей кочевали среди обширных лесов и степей.

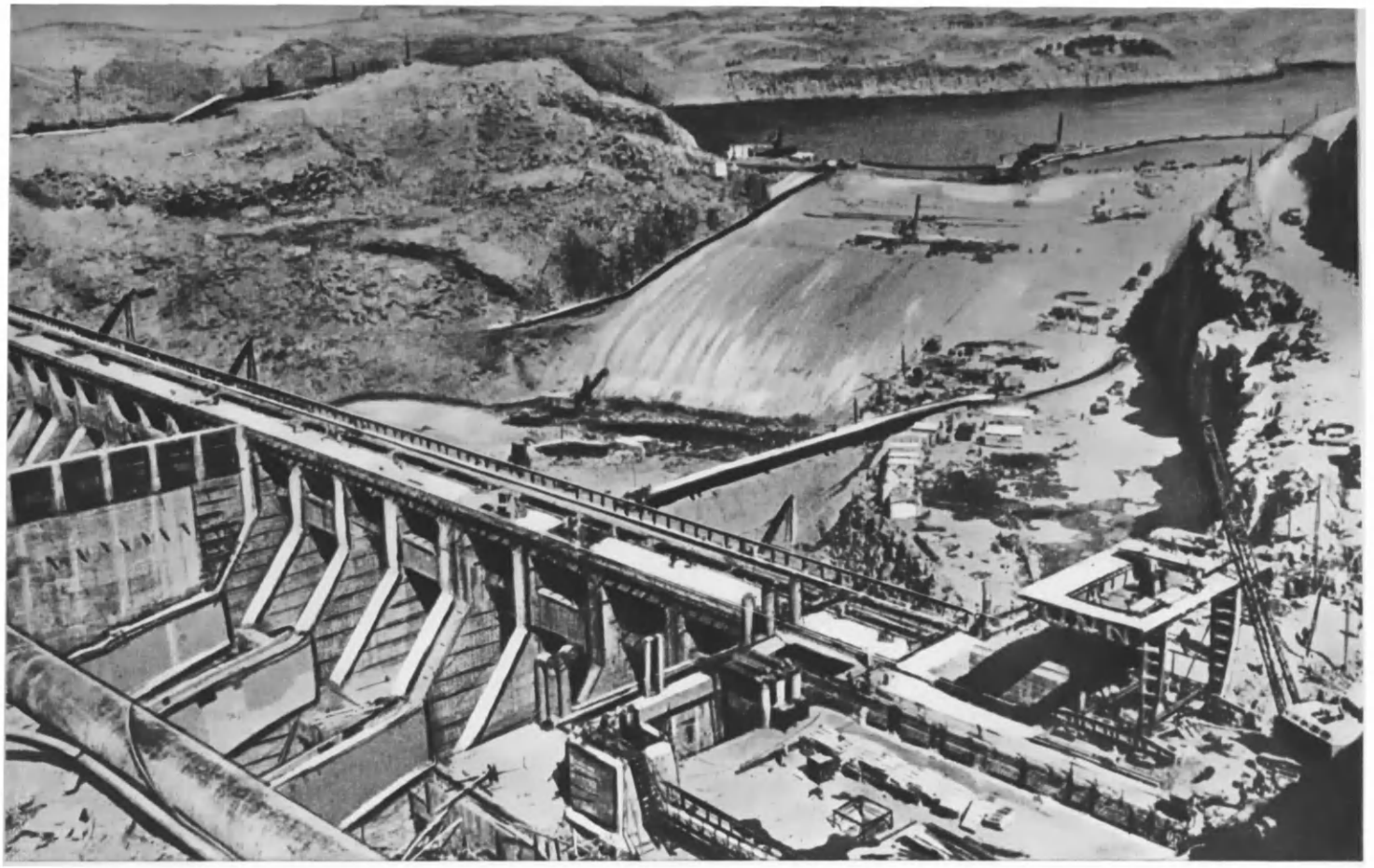


1919 год. Владимир Ильич Ленин выступает перед революционерами, приехавшими в страну Советов со всех концов земли на II Конгресс Коммунистического Интернационала.

18 сентября 1959 года. Эта дата навсегда войдет в историю борьбы народов за мир. На заседании Генеральной Ассамблеи ООН глава Советского правительства Никита Сергеевич Хрущев предложил немедленно приступить к практическим мерам по всеобщему и полному разоружению и в ближайшее время покончить с позорной колониальной системой.

Миру—мир! Так решил Всемирный конгресс за всеобщее разоружение и мир, состоявшийся в Москве в 1962 г. На снимке: делегаты Конгресса—председатель Японского комитета за запрещение атомного и водородного оружия К. Ясуи, кинорежиссер Г. Александров и поэт Н. Тихонов.

Заключительное заседание Конгресса за всеобщее разоружение и мир. Послание к народам мира принято!



Объединенная Арабская Республика. Строительство Асуанской плотины с помощью советских специалистов и советской техники—яркое выражение дружбы между нашим и арабским народами.

Штурм Нила начался. Повсюду звучат возгласы: «Мир!», «Дружба».

Ценой долгой кровопролитной войны с колонизаторами, ценой жизни лучших своих сынов народ Алжира добился независимости. Молодая республика строит социализм!

Как и все народы Земли, народ Италии хочет мира и счастья. На снимке: «Поход за мир» в г. Болонья.

Тепло встречали Никиту Сергеевича Хрущева в Соединенных Штатах Америки (1959 г.).

«Преградим путь войне!»—с этим лозунгом 100 тыс. жителей столицы Японии Токио пришли к зданию парламента.

Трудящиеся капиталистических стран постоянно ведут борьбу за улучшение условий труда. На снимке: митинг участников 24-часовой забастовки в Брюсселе. В ней приняли участие 750 тыс. бельгийских рабочих.

Куда бы ни приезжали представители нашей страны — посланцы мира и дружбы, их всюду встречают как друзей. Жители датского города Оденсе приветствуют Никиту Сергеевича Хрущева.

Из всех стран земного шара юноши и девушки приезжают в Москву учиться. На снимке: группа студентов Университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы.

Эта девочка из Республики Чад. Чтобы принести больше пользы своей стране, она старательно учится.

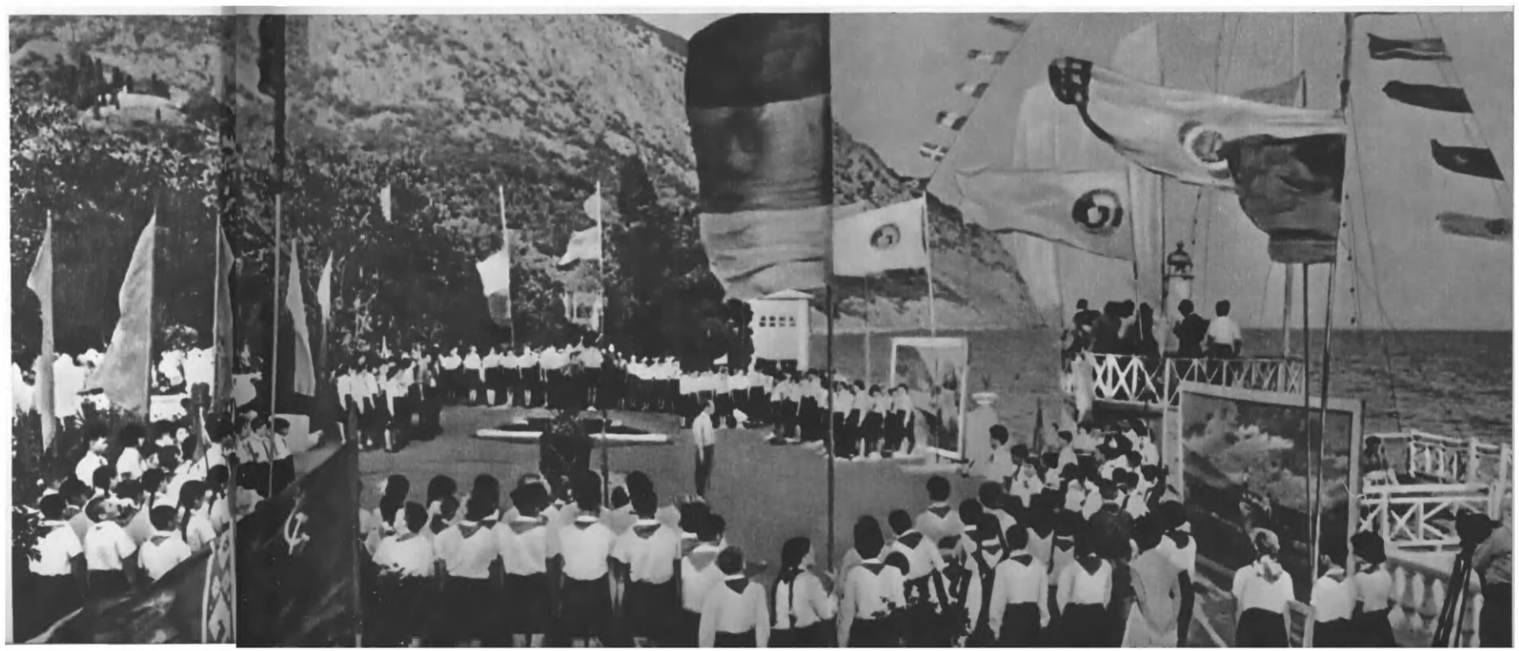
Сегодняшние пионеры — завтрашние строители социализма на Кубе.

Дети свободной Гвинеи.

Дети — будущее народа. И это будущее должно быть прекрасным. На снимке: школьники Республики Гана.

Трудно сказать, кем стали бы эти мальчишки в колониальном Тунисе. Чистильщиками ботинок? Продавцами газет? В свободной Туниской Республике перед ними открыта широкая дорога.

Торжественная линейка в честь открытия международного пионерского лагеря во всемирно известном Артеке.



«Всеобщее и полное разоружение дало бы возможность переключить огромные материальные и финансовые средства с производства орудий смерти на созидательные цели».

Н. С. ХРУЩЕВ.

В отличие от животных человек, переселяясь из одних районов в другие и приспособляясь к новым для него условиям, не образовал новых зоологических разновидностей или видов. По устройству своего тела все люди (независимо от цвета их кожи и других внешних различий) принадлежат к одному и тому же виду живых существ, который называют в науке «хомо сапиенс», что означает «человек разумный». Человечество в биологическом отношении едино. В результате разнообразных условий жизни у людей возникли лишь небольшие, по существу внешние, так называемые расовые различия.

РАСЫ

Люди разных материков и стран отличаются друг от друга по внешнему виду: по цвету кожи, волос и глаз, по форме волос (прямые, волнистые или курчавые), головы, носа, губ и т. д. Такие различия наследуются: переходят от родителей к детям. Формируются они очень медленно, на протяжении сотен поколений.

Наследственные телесные признаки, отличающие друг от друга разные группы человечества, называют расовыми, а самые такие группы — расами. Вопрос о происхождении рас очень сложен и еще неполностью разрешен наукой. Некоторые из признаков, отличающих расы, могли появиться у людей в связи с условиями окружающей их природы. Так, например, у жителей жарких стран красящее вещество кожи, возможно, служило защитой от палящих лучей солнца; на протяжении многих поколений загар постепенно стал наследственным признаком. Узкий разрез глазной щели у монголоидов (монгольская складка века) мог развиться в сухом климате степей для защиты глаз от пыли и песка.

Вероятно, расовые особенности возникали и закреплялись у отдельных групп человечества в самом начале их формирования в результате их длительной разобщенности горными хребтами, ледниками, водными преградами, дремучими лесами, т. е. в результате географической изоляции. В дальнейшем, когда разрозненные племена сталкивались между собой, они часто смешивались, появлялись смешанные и переходные расовые типы.

Все современные расы человечества одинаково удалены от общих обезьяноподобных предков человека.

Люди всех рас в одинаковой степени способны к творческому труду, восприятию и развитию культуры. Однако некоторые буржуазные ученые проповедуют человеко-ненавистнический расизм: будто расы делятся на «высшие» и «низшие». Но такое утверждение лишено всякого основания. Лженаучные теории о якобы неспособности людей «цветных» рас к культуре, об их будто бы «примитивности», о большей близости к обезьяньим предкам — злостная выдумка. Империалисты пытаются ею оправдать угнетение колониальных стран и стараются посеять вражду между трудящимися разных народов и рас.

Ученые разделяют человечество на три главные, большие расы: экваториальную, монголоидную и европеоидную.

В Африке, к югу от пустыни Сахары, а также в Океании живут главным образом люди экваториальной («черной») расы — стройные, длинноногие, с темной (черной или коричневой) кожей, с курчавыми шерстистыми черными волосами, обычно с широким носом и толстыми губами, с черными глазами. В этой расе различают две главные ветви (некоторые считают их отдельными большими расами): африканскую (негроиды) и австралоидную (австралийцы, меланезийцы, ведды). Африканцы (негроиды) почти безбороды, у меланезийцев и австралийцев борода и усы растут обильно, как у европейцев.

Много людей негроидной расы живет теперь в Америке: главным образом на юге США, на севере и востоке Бразилии, на о-вах Б. Антильских, М. Антильских и Багамских. Это потомки негров, которых европейские работорговцы насильно вывезли из Африки.

В странах Центральной и Восточной Азии больше всего людей монголоидной («желтой») расы. У них обычно желтоватая кожа, светлая, или более темная, почти коричневая, сравнительно короткие ноги, жесткие прямые черные волосы, черные глаза, широкое лицо с выдающимися скулами, короткий и широкий (плоский) нос с низкой переносицей. Для монголоидов характерен узкий разрез глазной щели, образуемый особой складкой в углу глаз.

Особая ветвь монголоидной расы — индейцы, коренные жители Северной и Южной Америки. Они отличаются от своих азиатских родичей телосложением, формой носа (высокого с горбинкой — «орлиного»), формой глаз (монгольской складки у них нет или же она менее заметна). За бронзовый оттенок кожи американских индейцев называли «краснокожими».

Люди европеоидной («белой») расы населяют Европу; много их в Западной Азии и в Северной Африке.

За последние три века люди этой расы широко расселились в Северной и Южной Америке, в Австралии и Новой Зеландии.

У европеоидов светлая (розоватая или смуглая) просвечивающая кожа, мягкие, часто волнистые волосы, узкий нос. У мужчин обильно растут усы и борода. Цвет волос и цвет глаз бывает разный: волосы — от светлых (как лен) до черных, глаза голубые, серые, карие.

Так как все расы имеют общее происхождение и, кроме того, многократно смешивались друг с другом во время древних переселений, их невозможно резко отграничить: между ними всегда есть множество переходных групп. Например, на северо-востоке Африки распространена переходная эфиопская раса. У людей этой расы курчавые волосы, толстые губы и темный цвет кожи, как у негроидов, но черты лица скорее европеоидные.

У большинства народов преобладают люди одной какой-либо расы, хотя в каждом народе встречаются люди разных расовых типов, а каждый расовый тип распространен среди многих народов. Например, иногда у русских наблюдается слегка выдающиеся скулы и узкий разрез глаз — черты монголоидной расы. Разнообразны расовые типы среди народов Америки. Например, кубинцы относятся частично к европеоидной, а частично к негроидной расе. Многие из них имеют одновременно черты той и другой расы, т. е. являются мулатами. Много мулатов, т. е. людей смешанного негроидно-европеоидного происхождения, в Бразилии и в других американских странах. Мексиканцы и некоторые другие народы Америки — метисы; они унаследовали черты европеоидной расы от своих предков испанцев и черты монголоидной расы от своих предков индейцев.

Можно приблизительно подсчитать число людей, принадлежащих к главным (большим) расам. Почти половина всех жителей земного шара (около 45%) принадлежит к европеоидной расе. Людей этой расы сейчас насчитывается 1,4 млрд. человек. Монголоидная раса в целом насчитывает почти 1 млрд. человек. Американская ветвь монголоидной расы — около 20 млн. человек. К экваториальной расе принадлежит 170 млн. человек. Бóльшую часть их составляют африканские негры. К австралоидной ветви экваториальной расы относится около 7 млн. человек. Около 480 млн. человек составляют различные смешанные и переходные типы.

ПЛЕМЕНА, НАРОДНОСТИ, НАЦИИ

Кроме расовых различий, между группами людей, заселяющих разные страны и части стран, существуют различия по языку, образу жизни, нравам, обычаям и верованиям. Общественные группы, различающиеся по этим признакам (племена, народности, нации), принято называть *этническими* (от греческого слова «этнос» — народ) общностями или народами.

При первобытнообщинном строе люди сообща владели средствами труда, поэтому не существовало бедных и богатых. Это было бесклассовое общество. Люди, связанные кровным родством, объединялись в роды и племена, состоявшие из нескольких близких родов. Родственные по языку племена, объединяясь против общих врагов, заключали между собой союзы, образовывали группы племен.

При рабовладельческом и феодальном строе из племенных союзов постепенно сложились более крупные и сложные по составу этнические объединения — *народности*. В составе каждой народности были уже различные *классы* — господствующие (рабовладельцы или феодалы-помещики) и угнетенные (рабы или крепостные крестьяне), эксплуататоры и эксплуатируемые. Так происходило всюду, где жили люди, но не везде одновременно. Кое-где на земном шаре до сих пор сохранились группы племен, еще не сложившихся в народности.

На смену феодальному строю в результате развития промышленности и торговли пришел капиталистический строй. С развитием капитализма народности стали вырастать в *нации*. Все люди одной нации тесно связаны друг с другом экономически (хозяйственная общность), имеют общую территорию, свой язык и свою культуру.

Тесные связи приводят к тому, что нации по сравнению с прежними народностями обладают очень сильным сознанием своего единства, т. е. национальным самосознанием. Все русские, например, сознают и чувствуют, что они именно русские, они любят свой народ и гордятся его достижениями. Это относится и к любому другому народу — к полякам, французам, бирманцам и всем другим людям, принадлежащим к одной и той же нации.

Далеко не все народы мира получили возможность вырасти в нации при капитализме. В Европе, где зародился капитализм, возникли первые буржуазные государства, а в них бур-

жуазные нации: английская, французская, позднее — немецкая, итальянская и др. Капиталисты ранее развившихся буржуазных наций подчинили себе народы экономически отсталых стран в Азии, Африке и Америке, превратили эти страны в свои колонии.

Закабаляя народы колониальных стран и угнетая малые народности (национальные меньшинства) в своих собственных странах, капиталисты господствующих наций мешали порабощенным народам развивать свое хозяйство и культуру, обрекали эти народы на отсталость. Не смогли, например, стать нациями при капитализме многие народы и в царской России.

После победы Великой Октябрьской социалистической революции и уничтожения капитализма в нашей стране возникли и развились новые, социалистические нации. Они коренным образом отличаются от старых, буржуазных наций: это нации без капиталистов, состоящие только из рабочих, крестьян и трудовой интеллигенции, нации активных строителей коммунизма.

Одни социалистические нации развились у нас из прежних буржуазных наций старой России — русской, украинской, армянской, грузинской и т. д. Другие социалистические нации в нашей стране образовали народности и группы племен: казахи, узбеки, туркмены, киргизы, таджики, якуты, татары, удмурты и др. После второй мировой войны социалистическими нациями стали поляки, чехи и другие народы стран народной демократии, строящих социализм.

ЯЗЫКИ НАРОДОВ МИРА

Каждая этническая группа, возникшая в различные периоды истории,— роды, племена, племенные группы, народности и нации — всегда имела свой общий язык, понятный для всех людей этой группы. Роль языка для объединения людей очень велика. Сперва возникали племенные языки; затем, при образовании народности, язык одного из племен становился основой общего языка народности. Развиваясь, языки народностей превращались в общий язык нации. При этом языки часто смешивались и влияли друг на друга, перенимались отдельные слова, выражения, а иногда и грамматические особенности. Бывало, что при расселении народов из одного языка образовывался ряд других.

Каждый народ говорит на своем национальном языке. Но случается, что разные народы говорят на одном и том же языке; американцы США и англичане говорят на английском; немцы и австрийцы — на немецком; испанцы, кубинцы, мексиканцы, чилийцы и аргентинцы — на испанском; португальцы и бразильцы — на португальском.

Происходит это чаще всего в том случае, когда часть какого-либо народа переселяется в чужую страну и там, смешавшись с прежними обитателями этой страны, передает им свой язык. Так получилось почти во всех странах Америки: их завоевали англичане, испанцы и португальцы.

Иногда территория распространения какого-либо языка оказывается разделенной между двумя государствами. В каждом из них внутренние экономические и политические связи приводят к образованию особой нации, хотя язык у них остается общим (немцы и австрийцы, аргентинцы и чилийцы).

У каждого народа в языке попадаются особые местные слова и выражения, различия в произношении и в употреблении отдельных слов и оборотов. Например, немцы в южной части Западной Германии — в Баварии — говорят иначе, чем на севере страны — в Гамбурге. Такие разновидности одного и того же языка в разных областях одной страны называются наречиями или диалектами, а еще более дробные подразделения диалектов — говорами.

В русском языке, например, различают два основных диалекта: северорусский «окающий» и южнорусский «акающий».

Ученые-языковеды объединяют языки, родственные по происхождению и сходные между собой, в языковые семьи. Семьи подразделяют на группы и подгруппы языков.

Казалось бы, что общего между речью русского и немца, итальянца и перса (жителя Ирана)? Однако все эти языки — родичи, хотя и довольно отдаленные — как бы троюродные братья. Все они принадлежат к индоевропейской семье языков.

Исследования ученых показали, что в индоевропейских языках можно проследить общие корни многих основных слов. Например, русское слово «брат», немецкое «брудер», итальянское «фателло», персидское «бирадэр» явно имеют общее происхождение.

Еще важнее, чем наличие общих корней слов, сходство грамматического строя. Так, например, языки индоевропейской семьи боль-

шей частью имеют особые формы для обозначения множественного числа существительных и прилагательных. Кроме того, существительные в этих языках различаются (или в прошлом различались) по роду (мужской и женский, а иногда еще и средний род).

Особые окончания множественного числа имеются и в языках некоторых других семей — семито-хамитской, уральской (угро-финской), алтайской (тюркомонгольской), некоторых африканских.

Но в языках китайско-тибетской, японской, корейской семей нет грамматических форм для обозначения множественного числа предметов. Мы говорим, например, «стол» — «столы», немцы говорят: «тыш» — «тыше», англичане: «тейбл» —«тейблз» и т. д. Но по-китайски «стол» и «столы» одинаково «чжоцзы». Мы говорим по-русски о городе — «он», о реке — «она». А вот венгры, узбеки, китайцы, малайцы и многие другие народы не поймут даже, что общего может быть у города или реки с мужским и женским родом.

У языков одной семьи имеется общее сходство грамматического строя и общие корни основных слов. У языков разных семей грамматический строй различный; в них могут лишь случайно совпадать некоторые черты. Одинаковые корни слов встречаются у языков разных семей только случайно, обычно в словах, заимствованных из других языков.

Одинаковые или сходные языки в большинстве случаев бывают у народов, связанных родством — общим происхождением или длительной совместной жизнью в одном государстве, тесными хозяйственными связями и культурным общением. Такие народы обычно ясно сознают свое родство. Им нетрудно понимать друг друга. Русские, например, понимают украинские песни, легко учатся говорить по-украински. Ведь слова украинского языка очень мало отличаются от русских. И русскому, и украинцу ясно, что их народы — родные братья. Столь же близки к русским и белорусы. Языки этих трех восточнославянских народов — русских, украинцев и белорусов — не случайно так близки между собой: их сходство отражает происхождение от общих предков, длительное соседство и дружбу этих народов.

Речь западных и южных славян (поляков, чехов, словаков, болгар и др.) менее понятна русскому, чем украинская, но и с ними русские могут обменяться простыми фразами без переводчика. Поляк скажет: «Дзень добры, пшияцéлю!» Русский ответит: «Добрый день, приятель!» — и оба поймут друг друга. Эти народы — тоже братья, только двоюродные!

Но бывает и иначе. Сходство языков иногда обнаруживается у народов, живущих далеко друг от друга и давно уже ничем между собой не связанных. Похожи, например, язык венгров (мадьяр) и языки маленьких народностей Западной Сибири — хантов и манси. Но эти народы живут далеко друг от друга и вовсе несхожи друг с другом в других отношениях, кроме языка. Когда-то в далеком прошлом предки венгров и предки сибирских хантов и манси жили вместе; затем они расселились. От этого далекого прошлого осталось языковое сходство. Да и самое сходство их языков постепенно ослабевает, так как на протяжении длительного времени языки эти развивались и изменялись отдельно друг от друга, в разных условиях жизни народов.

На земном шаре насчитывается более 2 тыс. различных языков. А разные диалекты и наречия исчисляются десятками тысяч.

Во всем мире существует только пять языков, на каждом из которых говорят более ста миллионов людей: это русский, китайский, английский, испанский, хиндустани (хинди и урду). На каждом из семи других языков говорят свыше 50 млн. человек: это французский, немецкий, японский, португальский, итальянский, арабский и бенгальский.

Русский язык является родным для 130 млн. человек. В качестве государственного языка Советского Союза им широко пользуются и другие народы нашей страны общей численностью более 220 млн. человек. Он широко распространен также среди трудящихся всех социалистических стран и всего прогрессивного человечества в качестве основного языка новой, социалистической культуры, расцветшей в Советском Союзе. Поэтому общее число умеющих говорить на русском языке еще больше.

На китайском языке и на родственных ему диалектах Южного Китая говорят около 700 млн. человек.

По-английски говорят, кроме англичан и шотландцев в Великобритании, большинство жителей США, Канады, Австралии, Новой Зеландии, Ирландии, часть населения Южно-Африканской Республики — всего 270 млн. человек.

На испанском языке говорят почти 150 млн. человек (испанцы и почти все народы Латинской Америки).

Хинди — это государственный язык Индии, урду — государственный язык Пакистана. Оба языка очень близки другу к другу и имеют общее название «хиндустани». На хиндустани говорят около 150 млн. человек. Большинство населения как Индии, так и Пакистана говорят на других языках, но пользуются хинди или урду наряду со своим родным.

На немецком и на японском языках говорят примерно по 100 млн. человек, по-французски — примерно 60 млн. человек, по-португальски — свыше 80 млн. человек (в том числе бразильцы в Америке).

На арабском языке говорят около 85 млн. человек в ОАР, Алжире и других странах Северной Африки, в Сирии, Ираке и других странах Юго-Западной Азии.

НАРОДЫ МИРА

Все народы по своему общественному устройству, экономическому и политическому положению можно разделить на три основные группы. В первую группу входят народы социалистических стран: Советского Союза, Германской Демократической Республики, Польши, Чехословакии, Венгрии, Румынии, Болгарии, Монголии и др.

Ко второй группе относятся народы империалистических государств.

Третью группу составляют народы ныне развивающихся стран, борющиеся за свое национальное освобождение от империалистического гнета. Многие из этих народов в последние годы освободились от колониального порабощения и стали на путь свободного, самостоятельного развития.

Народы СССР во главе с великим русским народом успешно построили социализм и продолжают продвигаться вперед по пути к коммунизму. Народы других социалистических стран, опираясь на братскую помощь народов Советского Союза, также успешно строят социализм. Во всех социалистических странах уничтожена эксплуатация человека человеком, классовое и национальное угнетение. Все народы этих стран — большие и малые — живут в условиях национального равенства и подлинной дружбы и беспрепятственно развивают свою культуру. Они пользуются своим языком в школах и учреждениях, пишут на этих языках книги, издают газеты и журналы. В культуре народов социалистических стран сохраняется все ценное, что было в ней в прошлом. Строя коммунизм, народы СССР все больше сближаются между собой, различия между ними ослабевают, общие черты крепнут.

Народы социалистических стран насчитывают свыше 1 млрд. человек, т. е. около трети всех людей на Земле. Из остальных двух третей человечества около 600 млн. человек принадлежат к народам капиталистических стран.

Около 1,5 млрд. человек живут в бывших колониальных странах, лишь недавно, в результате национально-освободительной борьбы, добившихся государственной независимости. Около 60 млн. человек — народы колоний, еще не добившихся свободы.

НЕРАВНОМЕРНОЕ ЗАСЕЛЕНИЕ ЗЕМЛИ

Население мира на 1 января 1964 г. составляет 3240 млн. человек. О количестве людей в какой-либо стране узнают из переписей, т. е. общих подсчетов населения.

Переписи населения проводятся в большинстве государств через определенные промежутки времени, например каждые десять лет. Благодаря этому становится известным, как изменяется общее число людей в каждой стране.

О численности населения в прошлые века нет точных сведений, но все же историкам удалось приблизительно установить, сколько жило людей в разные эпохи. Подсчеты показывают, что в прошлые столетия людей было меньше, чем теперь.

В 1800 г. население мира было в три раза меньше, чем сейчас,— оно составляло приблизительно 900 млн. человек. За один лишь XIX в. население мира удвоилось, а за первую половину нынешнего, XX в. выросло еще в полтора раза.

В прежние эпохи население мира возрастало гораздо медленнее, чем в последние два века. Ученым удалось приблизительно подсчитать численность населения Европы во времена Римской империи, почти 2 тыс. лет назад. Оказалось, что в те времена население удваивалось примерно за 4 столетия. А в доисторические времена (при первобытнообщинном строе) для удвоения населения требовались, вероятно, тысячи лет.

Отчего же население мира растет теперь быстрее? В первобытном обществе люди почти никогда не доживали до старости: слишком много опасностей их подстерегало на каждом шагу. Многие умирали от недостатка пищи, от болезней, которые тогда не умели еще излечивать, многих убивали хищные звери, большинство детей умирало в раннем возрасте.

С развитием земледелия и скотоводства, умения строить жилища, запасать пищу впрок, изготовлять одежду и орудия труда, с ростом медицинских знаний зависимость человеческого общества от невзгод природы становилась слабее. Люди стали жить дольше, научились оберегать от преждевременной смерти маленьких детей, и число людей стало быстрее увеличиваться.

Не следует думать, что во всех случаях население растет тем быстрее, чем выше развита человеческая культура. В первое время строительства городов население стало жить более скученно и появились массовые эпидемии. Так, например, в середине XIV в. по всей Европе прокатилась «черная смерть» — эпидемия чумы, от которой вымерло много миллионов людей. В результате этого население Европы в этом веке даже немного уменьшилось. С развитием техники войны стали кровопролитнее, в них гибли уже многие тысячи, а в XX в. даже миллионы людей.

Но в промежутки между эпидемиями и войнами умирало людей меньше, чем рождалось; поэтому общее число людей на Земле от десятилетия к десятилетию и от столетия к столетию увеличивалось. Врачи научились побеждать одну болезнь за другой: в развитых странах давно исчезли такие болезни, как чума, холера, оспа, малярия. Теперь, когда большинство колониальных стран освободилось от зависимости, в них тоже ведется усиленная борьба с эпидемическими заболеваниями голодом, невежеством. Смертность в этих странах сильно уменьшилась, и население их растет все быстрее. Особенно сильно снизилась смертность в странах социализма в связи с их возросшим благосостоянием и заботой государства о здравоохранении.

Люди расселены на Земле неравномерно. Во всем мире в среднем на 1 $км^2$ суши (без Антарктиды) приходится 23 человека. Однако страны зарубежной Европы населены почти в 4 раза гуще, чем мир в среднем (89 человек на 1 $км^2$); густо заселена и зарубежная Азия (в среднем 63 человека на 1 $км^2$). Население Америки и Африки более чем в два раза реже, а Австралии (с Океанией) — в десять раз реже, чем в среднем на земном шаре.

Различия отдельных стран по плотности населения еще резче, чем между частями света. В таких странах Западной Европы, как Бельгия и Голландия (Нидерланды), на 1 $км^2$ приходится более 300 человек, в Великобритании и Федеративной Республике Германии — 220—230, в Италии — 168, во Франции — 86 человек. В этих странах города и селения отстоят друг от друга лишь на несколько километров. Земля почти вся возделана и покрыта густой сетью дорог, очень много больших городов.

Иначе выглядит Крайний Север Европы: в Швеции на 1 $км^2$ приходится 17 человек, в Финляндии — 13, в Норвегии — 12, а в Исландии — всего 2 человека.

На других материках население также расселено очень неравномерно. Плотность населения в США — 20 жителей на 1 $км^2$, в Аргентине и Бразилии — 8—9, а в Канаде и Австралии — менее двух человек. В каждой из этих стран имеются области с густым населением главным образом вблизи больших промышленных городов и морских портов. В то же время в этих странах есть обширные почти безлюдные пространства — тропические леса бассейна Амазонки в Бразилии, северные леса и тундры Канады, пустыни Центральной Австралии. В этих местах можно встретить лишь малочисленные кочующие племена. Колонизаторы оттеснили их в глубь страны, где они с трудом добывают себе скудное пропитание. В США многие полупустынные районы (на Горном Западе страны) отведены под «резервации» — земли, на которые принудительно загнаны остатки индейского населения.

Во многих странах Южной и Восточной Азии плотность населения очень высока: в Японии — более 250 человек на 1 $км^2$, на Цейлоне — более 150 человек, а в Индии — около 140 человек. В дельте р. Ганга — в Индии, на о-ве Ява — в Индонезии и в некоторых других районах Азии на 1 $км^2$ приходится 600, 700 и даже 1000 человек. А в той же Индонезии, на о-ве Калимантан, можно встретить на большом пространстве лишь редкие деревушки.

В большинстве стран Западной Азии плотность населения сравнительно невелика (в Турции — около 40, в Афганистане — 21, в Иране — 13, в Саудовской Аравии — 4 человека на 1 $км^2$).

Средняя плотность населения в Советском Союзе в связи с бескрайними просторами Сибири

и полупустынными районами Казахстана и Средней Азии невелика — всего 10 человек на 1 $км^2$. В Европейской части Советского Союза население в несколько раз гуще, чем в Азиатской его части. Например, в Московской области на 1 $км^2$ приходится 244 человека.

В эпоху капитализма во всех частях света выросло множество больших и малых городов. Особенно бурно росли города в Западной Европе и США. В последнее время города быстро растут и в странах Южной Америки (в Аргентине, Бразилии и других странах), в Австралии, на северном и южном побережьях Африки, в странах Азии (например, Индонезии). В СССР в связи с развитием промышленности города растут исключительно быстро. Сейчас в городах живет немногим более 1 млрд., а в сельских местностях свыше 2 млрд. человек. Кроме того, кое-где до сих пор сохранились небольшие группы людей, которые ведут кочевую жизнь (некоторые индейские племена в Южной Америке, коренные австралийцы, кочевники-скотоводы Сахары, Аравии и других пустынь Африки и Азии).

В некоторых странах в городах живет подавляющее большинство населения: в Англии — 80%, Федеративной Республике Германии — 75%, США — 70%, Японии — 60%. В городах живет 75% населения Австралии, 60% — Америки, 55% — зарубежной Европы, 20% — зарубежной Азии и менее 20% — Африки. В СССР в городах живет половина населения.

Почти полмиллиарда человек, т. е. примерно 40% городского населения мира, живет в больших городах, насчитывающих свыше 100 тыс. жителей каждый. В нашей стране таких городов 179.

Все больше становится городов-гигантов с числом жителей свыше 1 млн. человек. Таких городов совсем не было до середины XIX в. Они появились сперва в Европе, затем в Америке и Азии, а в XX в.— в Австралии и Африке. Теперь таких гигантских городов (считая население городов вместе с их пригородами) в мире около сотни. Восемь из них — в СССР.

Какой же город самый большой в мире? Если считать население только самого города, без пригородов, то самый большой город — Токио, столица Японии. В нем живет около 8,3 млн. человек (с пригородами — 10,4 млн.); в крупнейшем городе США Нью-Йорке — около 8 млн. (вместе с пригородами его население достигает 14,7 млн.).

В Москве население растет очень быстро и достигло уже 6,3 млн. человек. В нашем социалистическом хозяйстве планируется и рост городов. Считая рост Москвы чрезмерным, наше правительство, например, принимает меры, чтобы столичный город не рос слишком быстро.

Мы все обычно считаем, что число мужчин и женщин приблизительно одинаково. В действительности же в мире мужчин немного больше, чем женщин, но есть страны, где женщин больше. В странах Европы, например, число женщин значительно больше, чем мужчин. В большинстве же стран Азии мужчин больше, чем женщин. Эта разница составляет почти 48 млн.

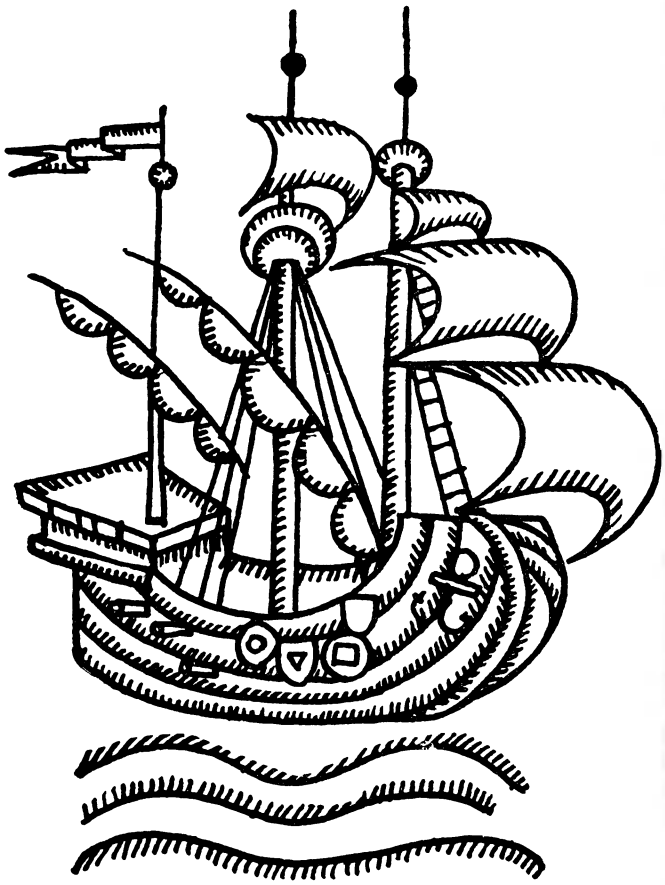
Интересно, что рождается мальчиков всегда немного больше, чем девочек (примерно 105 мальчиков на каждые 100 девочек). Наука пока не смогла объяснить этот факт. Из общего числа населения мира 34% составляют дети (до 14 лет включительно) и 8% — старики (от 60 лет); остальные 58%, т. е. больше половины,— это взрослые люди трудоспособных возрастов.

Есть страны, в которых возрастной состав иной. Так, например, в Африке дети составляют 42% населения, а старики — только 6%. Это объясняется тем, что в большинстве стран Африки рождается очень много детей, но бо́льшая часть населения все еще живет в тяжелых условиях и лишь немногие африканцы доживают до глубокой старости.

В капиталистических странах много пишут о том, что людей становится все больше, всех надо прокормить, а производство продуктов растет медленно. Но дело не в этом, а в пороках капиталистической системы. В социалистических странах не боятся роста населения, так как в них быстро развиваются промышленность и сельское хозяйство, а ученые находят все новые источники производства разных благ для удовлетворения потребностей людей.

Septentrionales
Regiones
ASIA

КАК ИЗУЧАЛИ ЗЕМНОЙ ШАР



ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ

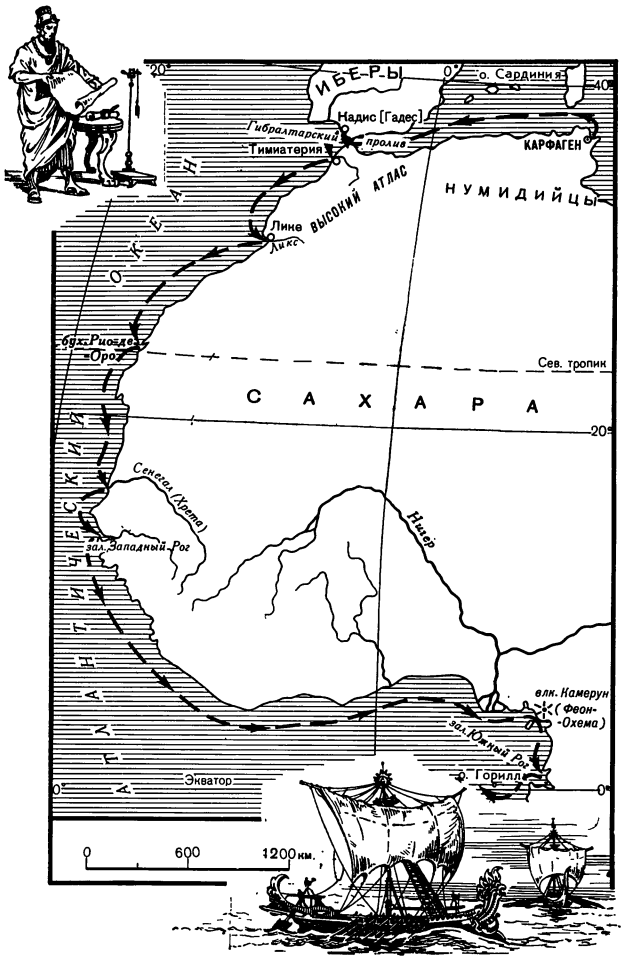
СТАРИННЫЕ ЗЕМЛЕПРОХОДЦЫ И МОРЕПЛАВАТЕЛИ

ПЛАВАНИЕ ГАННОНА

Один из самых древних путешественников, о котором до нас дошли сведения, был Ганнон из Карфагена.

Карфаген находился на побережье Северной Африки (около современного г. Туниса). Это был богатый и сильный город-государство. Его купцы имели многочисленные поселения на о-вах Сицилия, Корсика, Сардиния. Смелые карфагенские моряки не раз выходили в Атлантический океан. На юге Пиренейского п-ова они основали крупный торговый город Гадес (теперь он называется Кадисом).

Около 525 г. до н. э. из Карфагена по решению сената отправилась в далекое плавание большая экспедиция на 60 пятидесятивесельных кораблях для исследования западных берегов Ливии (как тогда называлась Африка), чтобы подыскать места для колоний. Возглавил экспедицию Ганнон — один из карфагенских суффетов — высших должностных лиц. Он должен



Маршрут путешествия Ганнона.

был отвезти впоследствии на новые поселения 30 тыс. колонистов.

Миновав Столбы Мелькарта (Гибралтарский пролив) и сделав непродолжительную остановку в Гадесе, корабли двинулись вдоль неведомых берегов на юго-запад. Шли то на веслах, то на парусах. Через двое суток, когда солнце едва успело рассеять утренний туман, вдали на берегу показалась широкая равнина, а за ней виднелся лес. По равнине протекала река (современная река Сус). Место понравилось карфагенянам. Здесь решили основать первое поселение. Его назвали Тимиатерия. Продвигаясь дальше к югу, карфагеняне основали еще несколько колоний. По пути мореплаватели не раз видели мирно пасущихся слонов и других африканских животных.

Наконец, достигли устья большой реки Ликс (современная река Себу). По ее берегам жили пастухи-кочевники, гостеприимно принявшие мореплавателей. От них Ганнон узнал, что южнее лежит о-в Керна. Там у местных жителей в обмен на различные товары можно получить много золотого песка.

Ганнон отправил бóльшую часть кораблей в Карфаген, а сам с несколькими кораблями двинулся дальше на юг в поисках Керны. Вскоре потянулись однообразные пустынные берега. Ветер дул с материка, принося изнуряющую духоту и зной.

Так плыли много дней. Наконец песчаные берега начали сменяться травянистыми лугами. Все чаще стали появляться группы деревьев. Обогнув покрытый лесом мыс, корабли вошли в залив Рио-де-Оро («Золотая река»), расположенный у северного тропика. В заливе пристали к небольшому острову Керна. Карфагеняне разложили на берегу свои товары (ткани, железные предметы, кольца, браслеты и другие украшения), зажгли костры, чтобы привлечь внимание местного населения, и возвратились на корабли. Через некоторое время они вновь сошли на берег и нашли взамен оставленных товаров кожаные мешочки с золотым песком.

Желая закрепить о-в Керна за Карфагеном, Ганнон поселил здесь нескольких матросов, снабдив их всем необходимым. В скором времени их должны были заменить колонисты.

Продолжая плавание, корабли Ганнона достигли устья Сенегала — крупнейшей реки Западной Африки. Но подняться по ней далеко вверх не удалось. Местные жители, одетые в звериные шкуры, встретили нежданных гостей градом камней. Пришлось повернуть обратно. После второй неудачной попытки высадиться на берег Ганнон вернулся на Керну.

Пополнив запасы воды и продовольствия, он предпринял еще одно плавание на юг. Долго плыли корабли. Когда путешественники высаживались на берег, местное население встречало их недружелюбно. Однажды моряки, только что устроившиеся на ночлег, были поражены удивительным зрелищем: многочисленные огни вспыхивали через определенные промежутки времени во всех направлениях. Что это могло быть? Вероятно, с помощью костров передавались сигналы о прибытии чужеземцев.

В другой раз, высадившись на берег залива Западный Рог, моряки ночью были разбужены громкими криками, звуками флейт и барабанов. Охваченные страхом, не дождавшись

рассвета, путешественники подняли якоря и отплыли от берега.

Плыли все дальше на юг. Стали замечать, что берег отклоняется к востоку. В полдень солнце поднималось так высоко, что предметы не отбрасывали тени. Полярная звезда совсем низко висела над горизонтом.

В течение четырех суток Ганнон и его спутники наблюдали мощное извержение вулкана Феон-Охема (Камерун на берегу Гвинейского залива), что значит «колесница богов».

Трое суток корабли носило по бурному морю, пока не прибило к берегам тихого залива Южный Рог (залив Габон у экватора). Пристали к небольшому острову в глубине залива. Здесь можно было бы отдохнуть и заняться починкой кораблей. Но неожиданно на карфагенян напали огромные гориллы. Вступив в бой с этими страшными обезьянами, карфагеняне заставили их обратиться в бегство. Трех животных удалось убить. Их шкуры решили отвезти в Карфаген.

Закончив починку кораблей, Ганнон решил вернуться в Карфаген. Он боялся, что для дальнейшего плавания не хватит продовольствия. Плавание Ганнона было одним из самых замечательных путешествий древности. После него на протяжении двух тысяч лет (до середины XV в.) никто из мореплавателей не осмеливался проникнуть южнее вдоль берегов Африки.

ПУТЕШЕСТВЕННИКИ-ГЕОГРАФЫ ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ

Выдающимся путешественником древности был греческий историк и географ Геродот из города-порта Галикарнаса на западном побережье Малой Азии. Он жил в эпоху, когда древняя Греция вела тяжелую борьбу с могучей Персидской державой. Геродот решил написать историю греко-персидских войн и подробно рассказать о природе и жизни населения стран, которые находились в то время под властью Персии.

Свои путешествия Геродот совершил в 460—450 гг. до н. э. Он посетил греческие города на побережье Малой Азии. Затем побывал во многих районах Балканского п-ова (на территории современных Болгарии и Югославии). Продолжительное путешествие, обессмертившее его имя, Геродот совершил в Скифию — страну, занимавшую южные области Украинской ССР.

На одном из греческих кораблей Геродот направился в греческую черноморскую колонию Ольвию. Здесь прожил несколько недель Из города он совершил ряд поездок по стране, встречался со многими скифами. До Геродота Скифия была мало известна грекам. Они имели смутное представление о стране, хотя и вели с ней торговлю. Сведения Геродота имеют исключительно большое значение для истории юга нашей Родины.

Геродота, который родился и вырос в гористой и лесистой местности, Скифия поразила огромными безлесными равнинами, тучными пастбищами. Скифская зима, длящаяся несколько месяцев, показалась Геродоту суровой. Он писал, что в Скифии зимой пролитая вода «не делает грязи» (т. е. замерзает). Лето ему показалось также очень холодным и дождливым. Поразили Геродота огромные реки Скифии — Гипанис (Южный Буг), Борисфен (Днепр), Танаис (Дон) и др. Он знал с детства, что в Греции реки берут начало в горах, но в Скифии гор нет. По его мнению, эти реки должны начинаться в каких-то больших озерах. Несмотря на этот ошибочный взгляд, Геродот в общем верно охарактеризовал Скифскую равнину.

Особенно заинтересовали Геродота племена, населявшие Скифию и соседние области. Скифы, обитавшие в степной и отчасти лесостепной зонах, разделялись на земледельцев и скотоводов.

Необычным казался грекам кочевой образ жизни скифов-скотоводов.

Геродот собрал интересные сведения о народах, живших к северу, северо-востоку от скифов. Он узнал об охотниках-тиссагетах и ирках, населявших «каменную и неровную землю» (это, вероятно, Приуралье и Прикамье), о растущих там густых лесах, где водятся бобры, выдры и другие пушные звери. Дальше же у подножия высоких и недоступных гор (это уже, несомненно, Уральский хребет) живут племена аргипеев. У них бритые головы, а лица плоские, с большими подбородками. Аргипеи употребляют в пищу плоды дерева «понтик» (черешня). Сок этих плодов, смешанный с молоком, они называют «асхи». Вероятно, речь шла о калмыках, которые в то время жили у подножия Урала.

Геродоту сообщили, что еще дальше лежат места обитания одноглазых людей — аримаспов. Там много золота. Но его стерегут грифы — страшные чудовища, похожие на львов, с орлиными клювами и крыльями.

На крайнем Севере, за Скифией, расположены необитаемые земли, там очень холодно, все время лежит снег и полгода стоит ночь.

Из Скифии Геродот отправился на Черноморское побережье Кавказа. От жителей Колхиды он узнал, что за горами простирается огромное Каспийское море, а за ним — обширная равнина. Там живут воинственные племена — массагеты. До Геродота греки представляли Каспий как залив океана и не знали, что лежит восточнее него.

Возвратившись на родину, Геродот спустя некоторое время отправился в новое путешествие — во внутренние районы п-ова Малая Азия и на Месопотамскую низменность. Он очень подробно описал город Вавилон с его высокими каменными стенами, с огромной библиотекой и роскошными садами на террасах. Из растений Месопотамии его особенно заинтересовали финиковые пальмы. Из плодов этих пальм население приготовляло хлеб, вино и мед. Понравились Геродоту суда, плавающие по Тигру и Евфрату. Их корпус круглой формы сделан из ивовых прутьев и обтянут кожаным чехлом.

В Вавилоне Геродот узнал много нового об «отдаленнейшей из стран Востока», какой для греков была Индия. Ему рассказывали, что в Индии в огромном количестве добывается золото; там много диковинных растений: тростник, из одного колена которого будто бы можно сделать лодку (бамбук); злак, зерно которого «варят и едят вместе с шелухой» (рис); деревья с плодами в виде клубка шерсти — из нее жители Индии делают себе одежду (хлопчатник). Греки того времени не знали хлопчатобумажных тканей.

Много времени Геродот провел в Египте. Он побывал в городах, посетил знаменитые пирамиды и сфинкса, поднялся вверх по Нилу до Сиены (современный Асуан). Геродот отметил также особенности природы Египта: отсутствие облачности и дождя, подъем и разлив воды в Ниле в самое жаркое время года, много животных, неизвестных в Греции и Малой Азии (крокодилы, гиппопотамы, различные рыбы и птицы).

После Египта Геродот побывал в городах Северной Ливии (Африки), где собрал интересные сведения об обитателях северной части Африканского материка и оазисов в пустынной песчаной зоне. Сведения Геродота о древнем населении Сахары подтверждаются новейшими археологическими данными (рисунки на скалах в Тибести, Феццане и Оране).

В 449 г. до н. э. Персия была разгромлена греками. На историческую арену выдвинулись Афины — греческий город-государство как господствующая на Средиземном море держава. У власти в Афинах стал выдающийся оратор и политический деятель Перикл. При нем Афины стали политическим и культурным центром древней Греции. Наряду с другими учеными приехал в Афины и Геродот. Здесь он прочел главы из своего труда, названного «История». Этот труд содержит много ценных географических сведений.

Великим путешественником древней Греции был Пифей из Массилии (так назывался в то время г. Марсель на южном берегу современной Франции). Экспедицию Пифея организовали торговцы Массилии для отыскания неведомых стран, где есть олово и янтарь. Пифей не только выполнил поручения торговцев, но и совершил несколько географических открытий, прославивших его имя.

Путешествие Пифея началось в марте 325 г. до н. э. Два пятидесятивесельных корабля вышли из гавани Массилии. Их путь лежал к Гибралтарскому проливу, который находился в руках карфагенян и был закрыт для прохода чужеземных судов. Во время грозы под покровом темной ночи им удалось миновать стражу и выйти в Атлантический океан. Днем и ночью шли корабли на парусах и на веслах на запад, стараясь как можно дальше отойти от опасных мест.

Во время ночлега в устье одной реки Пифей, наблюдая приливы и отливы, первый высказал правильную мысль о том, что это явление связано с притяжением водной оболочки Земли Луной.

Плывя на север, Пифей достиг крупного кельтского города Карбилона в устье Луары. От местных жителей он узнал, что олово к ним поступает из более северных стран, а из Карбилона сухопутным путем его отправляют в южные страны, к берегам Средиземного моря.

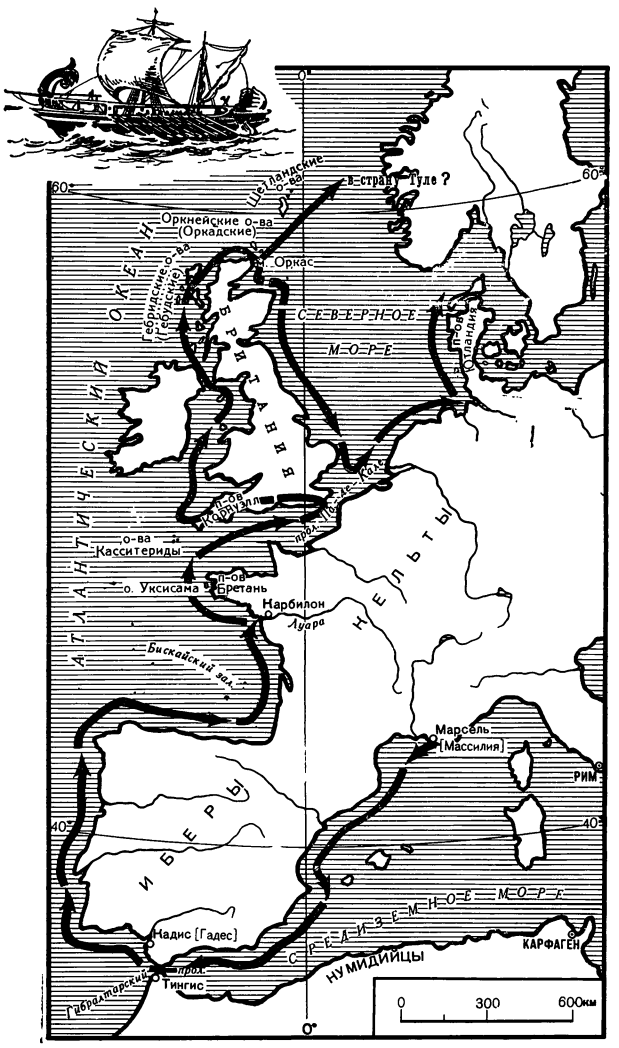
На побережье п-ова Бретань и на о-ве Уксисама (современный Уэссан в Западной Франции) Пифей встретился с племенами венетов и осисмиев. От них он узнал, что олово привозят с лежащих на севере островов. Один из островов называется Альбион или Британия. Рядом с ним лежат небольшие острова Касситериды («Оловянные»).

Взяв переводчика, Пифей поплыл дальше и, достигнув узкого пролива (Па-де-Кале), переправился на о-в Британия. Он был гостеприимно встречен местными жителями и совершил путешествие по стране.

На юго-западной оконечности острова (п-ов Корнуэлл) он ознакомился с добычей и выплавкой олова. Закупив олово, Пифей отправил один корабль в Карбилон, а на другом продолжил плавание к северу вдоль западных берегов Британии.

Пифей первый наблюдал и установил зависимость между географической широтой и длиной дня и ночи. Чем дальше продвигался он на север, тем летний день становился все длиннее и длиннее. У северных берегов Британии он отметил продолжительность дня в 18 часов, а ночи — 6 часов.

От берегов Северной Шотландии Пифей переправился к Оркнейским и Шетландским о-вам. Отсюда он совершил знаменитое плавание в далекую страну Туле, с которой жители Британии вели торговлю. От жителей Туле Пифей узнал, что севернее лежат местности, где летом солнце вообще не заходит, а зимой совсем не появляется! Там, рассказывали ему, лежит скованный льдом океан и земли необитаемые...



Маршрут путешествия Пифея.

Где могла находиться эта легендарная страна Туле? Большинство современных ученых считают, что Туле — это район Тронгеймсфьорда на западном берегу Норвегии у 64° с. ш.

В древности ни один путешественник до Пифея и после него не поднимался до таких высоких широт. Проплыв вдоль южных берегов Северного моря, Пифей достиг местности, где жили германские племена, добывающие янтарь. Они собирали кусочки янтаря, оставляемого морем на берегу во время отлива. Этот янтарь они выменивали кельтам на железные изделия. От кельтов янтарь попадал в Массилию и другие области Средиземноморья.

Проникнуть дальше к востоку Пифею не удалось. У западных берегов п-ова Ютландия он попал в густой туман, нависший над мелководьем. Пифей сделал вывод, что здесь кончается область обитания людей. Ему казалось, что здесь «нет более земли, моря или воздуха, а смесь всего этого... земля, море и вообще все висит в воздухе; здесь невозможно ни ходить пешком, ни плыть на корабле».

Выменяв железные изделия на янтарь, Пифей отправился в обратный путь. Он оставил описания своих путешествий, но они до нас полностью не дошли. Мы знаем о них по тем отрывкам, которые сохранились у других древних авторов.

ПО СЛЕДАМ МАЛАЙСКИХ МОРЕХОДОВ

Если наложить на карту Европы карту Малайского архипелага, вычерченную в том же масштабе, то острова его вытянутся огромной дугой на пространстве от Ирландии до устья Волги.

Это гигантское созвездие островов раскинулось по обе стороны экватора — на 7 ° к северу и на 10 ° к югу, между Азией и Австралией.

Десятки тысяч островов — крупных, средних, мелких и мельчайших — образуют как бы тысячемильные цепи, которые тянутся длинными дугами в сторону Филиппин, Новой Гвинеи и северных берегов Австралийского материка.

Между этими островами, утопающими в зелени тропических лесов, наделенными неисчерпаемыми природными богатствами, плодородными почвами, многочисленными естественными гаванями, лежат внутренние моря, где дуют благоприятные для мореплавания муссонные ветры. Через эти моря — Южно-Китайское, Яванское, Целебесское, Банда, Тиморское — проходит сквозной водный путь из Индийского океана в Тихий, от берегов Индии и Цейлона к берегам Филиппин, Китая, Кореи, Японии, к Новой Гвинее и Австралии.

Для народов, населяющих Малайский архипелаг, море издавна было родной стихией. На своих легких лодках и кораблях островитяне пересекали моря и продвигались далеко на запад вдоль южных берегов Азии. Еще в начале нашей эры малайцы с Больших Зондских о-вов пересекли весь Индийский океан с востока на запад и добрались до Мадагаскара.

Коренные жители Мадагаскара — мальгаши происходят от далеких малайских предков и говорят на языке малайского происхождения. В другую сторону — на восток — незримые нити связывают с малайцами и обитателей островов Полинезии.

Достоверные исторические сведения о малайцах относятся к первым векам нашей эры; тогда самые западные острова архипелага — Суматра и Ява, а столетием позже Калимантан — стали заселять переселенцы из Южной Индии и Бенгалии.

Реки Суматры несут свои буровато-желтые, мутные воды через непроходимые леса. Истоки рек лежат на западе, на склонах хребта Барисан. Быстрые горные ручьи сливаются на высоком плато, изрезанном глубокими оврагами и ущельями, которое окаймляет предгорья Барисана с севера. Между плато и морем простирается низменная болотистая равнина. Здесь реки текут в непролазных джунглях — римбе. У самого моря широкие речные русла распадаются на бесчисленное множество рукавов и протоков, пробивающих себе путь в сплошной стене мангровых зарослей.

В римбе и на лесистом плато жили бродячие племена — батаки, ала, гаджу, ачин, сакаи. Не умея возделывать землю, они добывали себе пищу охотой и сбором плодов дикорастущих фруктовых деревьев.

В то же время в речных дельтах жили оседлые малайские племена, родственные коренным обитателям глубинных частей Суматры. На тучных, обильно орошаемых землях они выращивали рис, снимая по два урожая в год. Каждый клочок земли приходилось отвоевывать у девственного леса, каждый шаг в знойной, дышащей влажной гнилью римбе стоил неимоверных усилий.

На Яве, где преобладают высокие равнины и легко проходимые горные гряды, борьба за землю была не столь жестокой и суровой. Яванцы заселили не только берега, но и внутренние области острова; на склонах гор уступами исполинской лестницы врезались рисовые поля.

На островах в устьях рек возникли очаги богатой культуры, созданной трудолюбивыми и мужественными народами Суматры и Явы. И хотя многое воспринималось от индийских переселенцев, малайская культура, выросшая на родной почве, отличалась самобытностью.

На Суматре и Яве возникли цветущие города, создались сильные и обширные государства. В VII в. на берегах Малаккского пролива уже существовала могучая морская держава Шривиджайя. Ее столица находилась в нижнем течении р. Муси, примерно там, где теперь г. Палембанг, главный центр индонезийской нефтяной промышленности.

Вокруг столицы виднелись тщательно возделанные рисовые поля и множество селений. В 918 г. иранский историк Абу Сеид Хасан писал, что «в час, когда петухи в городе Забаг (Шривиджайя) возвещают своим пением наступление дня, на клич этот отзываются все их собратья на расстоянии 100 и более парсангов» (парсанг — около 6 *км.* — *Ред.*).

Жизнь кипела на берегах Малаккского пролива; через него проходил Великий азиатский морской путь, с которым сливалась «дорога пряностей». Она вела от Молуккских о-вов, Тимора и Сулавеси к Шривиджайе.

Страны южных морей описали купцы и пилигримы, а позднее — арабские географы и путешественники. Эти труды рассказывают о кораблях с командами в 600, 700 и 1000 человек каждый, ведомых опытными кормчими; о чудесных дворцах и храмах, о богатых рисовых полях и широких дорогах, прорубленных в знойной римбе. Тысячи путей вели от берегов этих земель к Азиатскому материку и вдоль его южной окраины далеко на запад.

На берегу Гвинейского залива Ганнон и его спутники наблюдали извержение вулкана Феон-Охема (ныне Камерун).

На обороте: Полтора года плыл Марко Поло к родным венецианским берегам.

* * *

Прошли века. Перестали существовать прежде могучие и обширные царства: исчезла Шривиджайя; распалась великая яванская империя Маджапахит, простиравшаяся в середине XIV столетия от Филиппин и Новой Гвинеи до западной оконечности Суматры.

Повсюду возникли многочисленные княжества — обломки прежних империй. Во многих княжествах выросли богатые и сильные торговые города. Это были удивительные города. Тростниковые хижины, глинобитные тесные и грязные домики беспорядочно лепились к огромным складам, корабельным верфям, портовым причалам. Темные, узкие переулки кишели притонами и харчевнями. На пристанях, заваленных товарами, теснился разноплеменный люд. Чужеземцев здесь было не меньше, чем местных жителей. Суда стояли в гаванях впритык друг к другу.

В час разгрузки на палубах порой разгорался яростный спор чужеземных купцов с дородными таможенными досмотрщиками. Местные правители неукоснительно взимали пошлины с каждой партии товара. Купцы платили, но издержки искупали с лихвой: на этом морском базаре можно было заключить любые сделки.

Но все эти города затмила Малакка — ничтожная рыбачья деревушка в начале XV в., а к концу его — величайший торговый порт, «Венеция азиатских морей». Небольшая река делила город на две неравные части. К югу от реки в зелени садов белели стены мечетей и дворцов.

На северном берегу реки за длинным рядом приземистых грязно-белых складов была деловая часть города: рынок, дома местных купцов и четыре иностранных квартала. Здесь порой располагалось до 10 тыс. торговых гостей: купцы и мореплаватели из разных индийских царств, цейлонцы, сиамцы, бирманцы, жители яванских и суматранских городов, капитаны легких двухмачтовых кораблей из гаваней Сулавеси, с Молуккских о-вов, Тимора, Бали, о-вов Банда. Приезжали в Малакку иранцы, сирийцы, армяне, греки, египтяне и их компаньоны по торговле пряностями — венецианцы.

От моря к реке, полукругом огибая богатые купеческие кварталы, тянулась широкая полоса трущоб. Тростниковые хижины, легкие навесы на бамбуковых жердочках, глинобитные конуры, пещеры, вырытые в рыхлой красноватой земле, были беспорядочно рассеяны среди смрадных куч, складов корабельного леса, загонов для скота, унылых мусульманских кладбищ.

В Малакке было тридцать тысяч домов. В ее гавани стояло более сотни кораблей. Сюда привозили златотканые материи из Сирии, опиум и ароматические смолы из Аравии, слоновую кость и черное дерево из Африки, хлопчатые ткани из Гуджарата и Бенгалии, ковры и дорогое оружие из Ирана. Приходили в Малакку корабли с Запада, используя весенний попутный муссон. А с юго-востока, с Молуккских о-вов, купцы привозили пряности. Громадные тюки с гвоздикой, перцем, мускатным орехом перегружались в Малакке на местные и чужеземные корабли. Пряности шли в Пекин и в Киото, в Каир и в Венецию. На свои острова молуккские купцы увозили хлопчатые ткани и шелка.

Изучая португальские, малайские и другие письменные источники, можно сделать вывод, что из Малакки, суматранских и яванских городов далеко на запад и восток уходили корабли еще задолго до того, как у берегов Индии и Малакки появились португальцы.

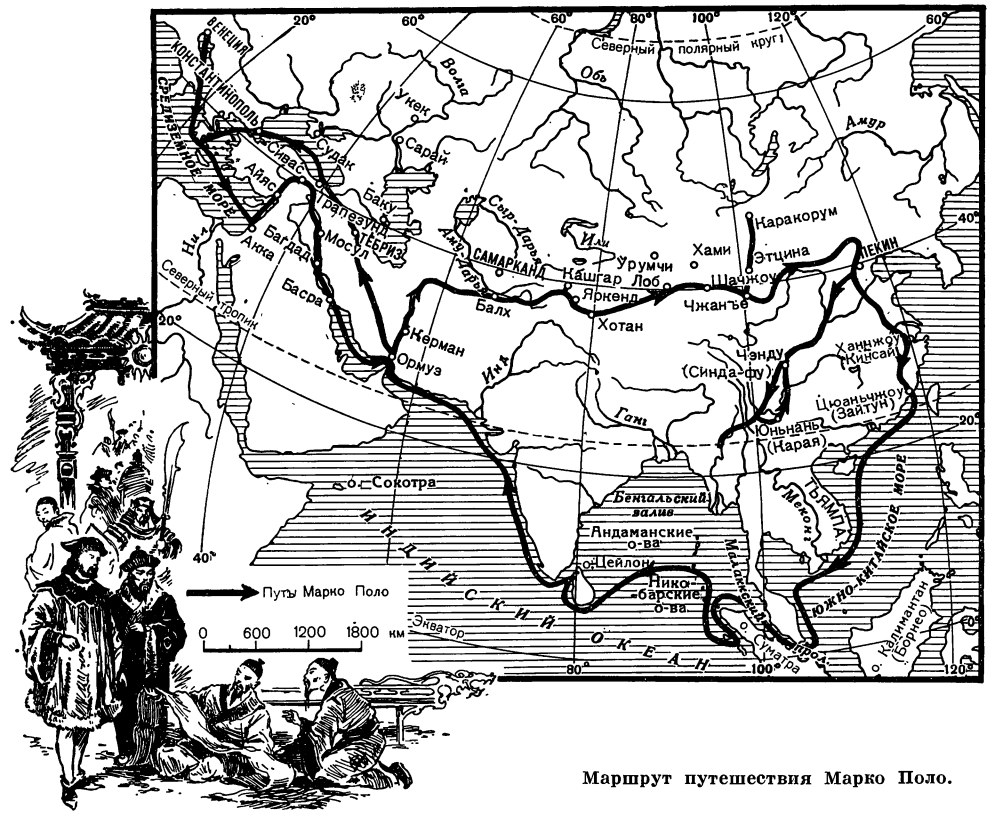
Корабли строили малайские и яванские мастера. Один португальский летописец начала XVI в. писал: «Эти джонки (так здесь называют корабли) гораздо больше наших кораблей и похожи на них. Нос и корма по форме у них одинаковы и снабжены рулями, а паруса делаются из тростника... и корабли эти грузоподъемнее наших и более надежны в плавании, и бортовые надстройки на носу и на корме у них высокие, так что судно похоже на верблюда».

На этих судах малайские кормчие смело выходили в открытое море. Они располагали превосходными морскими картами, которые португальцы ценили дороже золота. Пользуясь этими картами, португальские капитаны совершали «открытия» в морях Малайского архипелага.

О путешествиях малайских мореплавателей мы пока знаем немного. Этим вопросом лишь в последние годы всерьез занялись ученые Индонезии.

ВЕНЕЦИАНСКИЙ ПУТЕШЕСТВЕННИК МАРКО ПОЛО

Марко было 15 лет, когда из далекого и продолжительного странствия вернулись в Венецию его отец Николо и дядя Матео — богатые купцы. Это было в 1269 г. Они побывали



Маршрут путешествия Марко Поло.

в Крыму, на Средней Волге, в городах Самарканде и Бухаре, в Монголии, ставке монгольского хана. По их словам, Монгольская империя протянулась от Дуная до берегов Тихого океана.

Китай был под властью хана Хубилая. Хан гостеприимно принял братьев Поло и, когда они собрались в обратный путь, поручил им передать письмо папе римскому (главе католической церкви), в котором выражал готовность установить дипломатические отношения.

Только через два года (1271) братья Поло получили ответное письмо папы и подарки для хана Хубилая. На этот раз Николо взял с собой 17-летнего сына Марко. Так началось знаменитое 24-летнее путешествие Марко Поло. Путь до Китая был долгий, он занял около 4 лет (1271—1275).

Старый хан Хубилай принял семью Поло очень радушно. Очень понравился хану смышленый молодой Марко. Старшие Поло, Николо и Матео, занимались торговлей, а юноша выполнял дипломатические поручения хана. Он бывал во многих районах, от прибрежных городов до Восточного Тибета.

Семья Поло прожила на чужбине 17 лет. Хан Хубилай долго не отпускал их на родину. Им помог случай. Братья Поло и Марко вызвались сопровождать монгольскую и китайскую принцесс, отдаваемых в жены монгольскому правителю Ирана, который жил в Тебризе. Отправлять невест с богатыми подарками через внутренние районы Азии было небезопасно: там шла война между монгольскими князьями. Поло решили плыть на кораблях.

Весной 1292 г. флот из четырнадцати четырехмачтовых кораблей отплыл из порта Зайтун (Цюаньчжоу). Во время путешествия вокруг восточных и южных берегов Азии Марко Поло узнал о Японии, об островах Индонезии («лабиринте 7448 островов»), о стране Чамбо на восточном берегу Индокитая. Из Тихого океана в Индийский корабли прошли Малаккским проливом, сделали трехмесячную остановку на берегу о-ва Суматра.

После остановки на о-ве Цейлон и плавания вдоль западных берегов Индии корабли вошли в Персидский залив и бросили якорь в г. Ормузе, где Поло побывали около 22 лет назад. Во время плавания по Индийскому океану Марко Поло удалось получить некоторые сведения об африканском побережье, Эфиопии, о-вах Мадагаскар, Занзибар и Сокотра.

Доставив принцесс в Иран, семья Поло добралась до черноморского города Трабзона и оттуда на корабле вернулась в Венецию.

Вся Венеция поразилась, узнав, сколько богатства — драгоценных камней — привезли с Востока три путешественника...

Вскоре вспыхнула война между Венецией и Генуей за первенство в торговле на Средиземном море. Марко Поло снарядил за свой счет корабль и сам участвовал в сражении. Вместе со своей командой он был взят в плен и заточен в генуэзскую тюрьму. Там Марко Поло рассказывал заключенным о своих путе-

шествиях по далеким странам. Один из пленников — итальянский писатель Рустичано — записал рассказы венецианца обо всем, что тот видел и слышал во время своего замечательного путешествия.

Спустя некоторое время Марко Поло был освобожден из тюрьмы и вернулся в Венецию. Умер он знатным, уважаемым человеком в 1324 г. Его книга заинтересовала современников. Вначале она ходила во многих рукописных списках. Впервые издана была в 1477 г., а затем переведена на многие языки. Эта книга познакомила европейцев с далекими странами Востока, с их природой, обитателями, культурой. Правда, не все в ней было достоверным. Но то огромное количество ценнейших сведений о Востоке, которые собрал Марко Поло во время путешествий, сделало этот труд любимой книгой таких выдающихся мореплавателей, как Христофор Колумб, Васко да Гама, Фернандо Магеллан. Книга Марко Поло сыграла немаловажную роль в открытии Америки и морского пути в Индию.

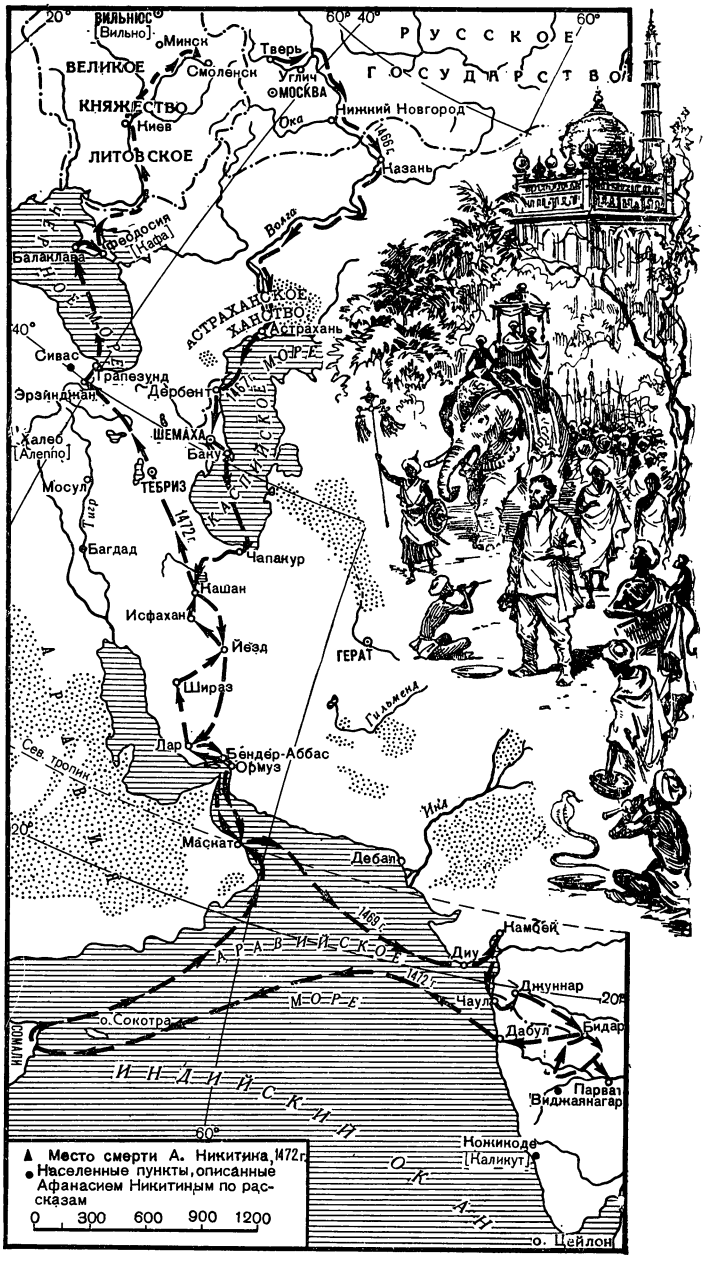
«ЗА ТРИ МОРЯ»

Среди старинных землепроходцев и мореплавателей, побывавших в далеких странах, почетное место занимает замечательный русский путешественник, тверской купец Афанасий Никитин. Он побывал в Индии за 30 лет до Васко да Гамы и проник в такие районы страны, где до него не бывал ни один европеец. Как же забросила судьба Афанасия Никитина на берега Индийского океана?

Осенью 1466 г. из Москвы на родину возвращался посол Ширванского ханства.

Услышав в Твери (ныне Калинин) о возвращении посольства, Афанасий Никитин с другими купцами решил присоединиться к каравану посла и поехать в Ширван торговать. Ширванское ханство лежало на юго-западных берегах Каспийского моря. Оно включало города Баку, Дербент и Шемаху. Ханство вело большую торговлю со многими странами Востока.

Снарядив два корабля, Никитин с товарищами поплыл в Нижний Новгород (ныне Горький), где, дождавшись посла, двинулся вниз по Волге. Путешествовать с посольством было удобнее и безопаснее. У посла была охрана, ему давали грамоты на беспрепятственный проезд, предоставляли лоцманов. В то



Маршрут путешествия Афанасия Никитина.

время граница Русского государства проходила по Оке и пересекала Волгу чуть южнее Нижнего Новгорода. Дальше лежали земли, захваченные татарами.

Около Астрахани на караван судов напал отряд татарского хана Касима. В стычке было убито несколько человек, четырех татары взяли в плен. Имущество и товары многих

купцов, в том числе и Никитина, были разграблены.

Приключения на этом не окончились. Во время плавания по Каспийскому морю (оно называлось Хвалынским) корабли застигла буря. Один из кораблей был выброшен на берег у г. Терки (ныне Махачкала). Русские купцы, плывшие на нем, попали в плен к местным жителям — кайтакам. Афанасий Никитин, находившийся на корабле посла, благополучно достиг Дербента. Почти целый год провел он в Ширванском ханстве, пока не выручил товарищей из плена. Некоторые из освобожденных решили вернуться на родину, другие остались в Шемахе. Сам Никитин отправился в Баку, а затем в Персию (Иран). Он не мог вернуться на родину без товаров и без денег — для торговли он взял много товара в долг. Его могли бы привлечь к суду как должника.

Никитин был грамотным, предприимчивым и смелым человеком. Он решил попытать счастья в других странах. Поработав в Баку на нефтяных промыслах и заработав немного денег, он переправился на южный берег Каспия в персидский город Чапакур. Двигаясь по древнему караванному пути, Никитин дошел до Бендер-Абаса на берегу Персидского залива. Оттуда переправился в г. Ормуз, лежащий на острове у входа в залив.

Этот город был в те времена одним из самых богатых в Азии. Здесь пересекались торговые пути из Индии, Китая, Египта и Малой Азии. Об Ормузе говорили: «Мир — кольцо, а Ормуз — драгоценность в нем».

Здесь Никитин пробыл целый месяц. Все его поражало: тропическая жара, сильный знойный ветер, ежесуточные приливы и отливы моря, верблюды, навьюченные бурдюками с пресной водой, обычай покрывать коврами и циновками раскаленные камни мостовых и многое другое.

В Ормузе Никитин узнал, что отсюда в Индию вывозятся породистые лошади, которые там очень ценятся. Купив коня, Никитин 9 апреля 1469 г. поплыл в Индию. Трудным и опасным было это шестинедельное плавание по бурному Аравийскому морю. Плыл Никитин на небольшом судне—таве, построенном без гвоздей.

Тверской купец Афанасий Никитин побывал в Индии за 30 лет до португальского мореплавателя Васко да Гамы и проник в такие районы, где до него не бывал ни один европеец.

Высадился он в индийском городе Чауле (южнее современного Бомбея). Отсюда начались его почти трехлетние странствия по стране. Все, что его интересовало, Никитин заносил в дневник: о темнокожих длинноволосых жителях, о том, что богатые люди и «князья» одеваются роскошно, а простой народ ходит почти нагим; о пышных выездах султана в сопровождении тысячного войска и 300 наряженных в золоченые покрывала слонов; о тяжелой доле индийских крестьян, разоряемых бесконечными налогами и поборами.

Он и сам вызывал всеобщее любопытство. За ним ходили толпами, с интересом разглядывали его необычную одежду, белый цвет лица, русые волосы...

Афанасий Никитин побывал во многих городах нагорья Декан. Два месяца он прожил в Джуннаре. Здесь он застал начало периода летних муссо-

нов, принесших относительную прохладу. Это время года Никитин назвал «зимой», отметив, что «всюду вода да грязь». Ливень продолжался, по словам Никитина, «день и ночь четыре месяца». Наблюдательный путешественник заметил, что расположение звезд на небе в Индии иное, чем над Русью. Он подружился со многими семьями индийцев. Это помогло ему подметить особенности обычаев и нравов населения. Ему бросились в глаза страшная разобщенность между мусульманами и индуистами, деление населения на религиозные секты, не признающие друг друга.

В Бидаре Никитин выгодно продал коня. Однажды друзья пригласили его на красочный праздник «ночи бога Шивы» в г. Парват. Никитин очень точно и подробно описал этот праздник, на котором собиралось до 100 тыс. человек. Много интересного в этом городе увидел Никитин. Особенно большое впечатление произвели на него замечательные архитектурные сооружения, созданные индийским народом.

Никитин собрал интересные сведения и о тех районах Индии, где ему самому не удалось побывать: о крупном приморском городе Каликуте, об о-ве Цейлон, месте добычи драгоценных камней и рынке слонов. Слышал русский путешественник и о далеких странах Востока — о стране Шабот, «где родится шелк и жемчуг» (Индокитай), о стране Чин и Мачин, откуда привозят фарфор (Китай).

Все чаще вспоминает Никитин о родной земле. Нет в мире страны, подобной ей, восклицает он. В начале 1472 г. из приморского города Дабула Никитин отправился в обратный путь. Целый месяц буря трепала корабль. В октябре 1472 г. Никитин достиг черноморского города Тробзона (Трапезунда). Впереди лежало третье море, которое он должен был пересечь. Первым было Каспийское, или Хвалынское, вторым — Аравийское море (Индийское). Договорившись с моряками, Никитин переправился на берег Крыма. Корабль зашел в Балаклаву, затем в Гурзуф и закончил плавание в Кафе (Феодосия). Эти города были в то время генуэзскими колониями и вели большую торговлю с Русью, Польшей, Литвой. В Кафе Никитин встретил русских купцов. Вместе с ними он отправился на родину. В дороге, недалеко от Смоленска, Никитин умер в конце 1472 г.

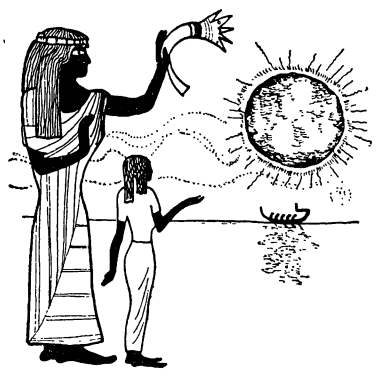
Так закончилось беспримерное путешествие Никитина «за три моря». Тетрадь с записями Никитина его попутчики передали в Москву главному дьяку Ивана III Василию Мамыреву, а тот распорядился включить их в летопись. «Хожение за три моря» Афанасия Никитина — замечательное географическое произведение XV в., один из лучших источников по истории средневековой Индии.

В 1955 г. в г. Калинине на берегу Волги был открыт памятник отважному русскому путешественнику.

■

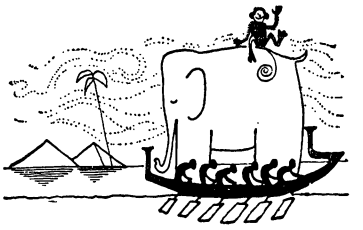
Самое древнее путешествие

Самым древним путешествием, доподлинно известным науке, считается экспедиция, отправленная из Египта царицей Хатшепсут три с половиной тысячи лет назад. Об этой экспедиции рассказывает надпись на древнеегипетском храме. «Путешествие по морю,— говорится в ней,— счастливое отплытие на восток. Благополучное прибытие в страну Пунт, чтобы доставить чудесные вещи всякой чужеземной страны... Не случалось этого при других царях... Обширная область, которую египтяне знали только понаслышке... Жители Пунта ничего не знали о египтянах... Нагружаются корабли до отказа чудесными произведениями страны Пунт: черным деревом и настоящей слоновой костью, необработанным золотом, ароматной смолой, павианами, мартышками, борзыми собаками, шкурами леопардов... Путешествие по морю и



благополучное прибытие и радостное причаливание...»

Где же находилась эта страна Пунт, берегов которой достигли египетские мореплаватели? Ученые предполагают, что Пунтом древние египтяне называли Сомали, самую восточную оконечность Африки. Ученые точно установили дату этого путешествия — оно началось летом 1493 г. до н. э. После первого путешествия связь с страной Пунт стала постоянной. Так, в одной из надгробных надписей прославляется кормчий Хнемхотеп за то, что он не менее 11 раз плавал с кормчим Хви в страну Пунт. Но затем в связи с упадком древнего Египта путешествия прекратились.



ЭПОХА ВЕЛИКИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОТКРЫТИЙ

Эпохой великих географических открытий принято называть период с конца XV до половины XVII в. Этот период немногим более полутораста лет — совсем небольшой срок в истории человечества. Но он в корне изменил представление людей о Земле, сменив насаждаемые церковью религиозные вымыслы истинными знаниями, основанными на неопровержимых фактах.

Что же произошло в эпоху великих географических открытий?

Уже в XIII—XIV вв. велась оживленная торговля в прибрежных городах Средиземного моря — Флоренции, Венеции, Палермо и Неаполе, Генуе и Марселе. Сюда поступали товары из Центральной Европы, а затем они вывозились на юг — в Африку, на восток — в Малую Азию, в торговые города Черного моря.

Васко да Гама.

В Европе очень дорого ценились товары с Востока: корица, перец, имбирь, мускатный орех, благовонные масла, оружие, жемчуг, ткани, слоновая кость и т. д. Их привозили из Индии, Китая, с о-вов Малайского архипелага. К Средиземному морю их доставляли арабские купцы.

В XIII в. на пути к Красному морю и Персидскому заливу возникло государство мамлюков, а в XIV в. в Малой Азии — Османская империя. Эти государства, как стеной, отделяли города Средиземного моря от рынков на Востоке. Они облагали сухопутные караваны тяжелыми поборами за провоз товаров, а часто просто грабили.

Приток товаров с Востока становился все меньше. Цены на них в Западной Европе возросли в сотни раз.

Торговые пути по южнорусским степям, в обход Каспийского моря, через Среднюю и Центральную Азию требовали много времени, дорого обходились и были далеко не безопасны. Нужен был удобный морской путь из Европы в страны Востока.

Поиски выгодных морских путей на Восток начали в XV в. два приморских государства Пиренейского п-ова: Португалия и Испания.

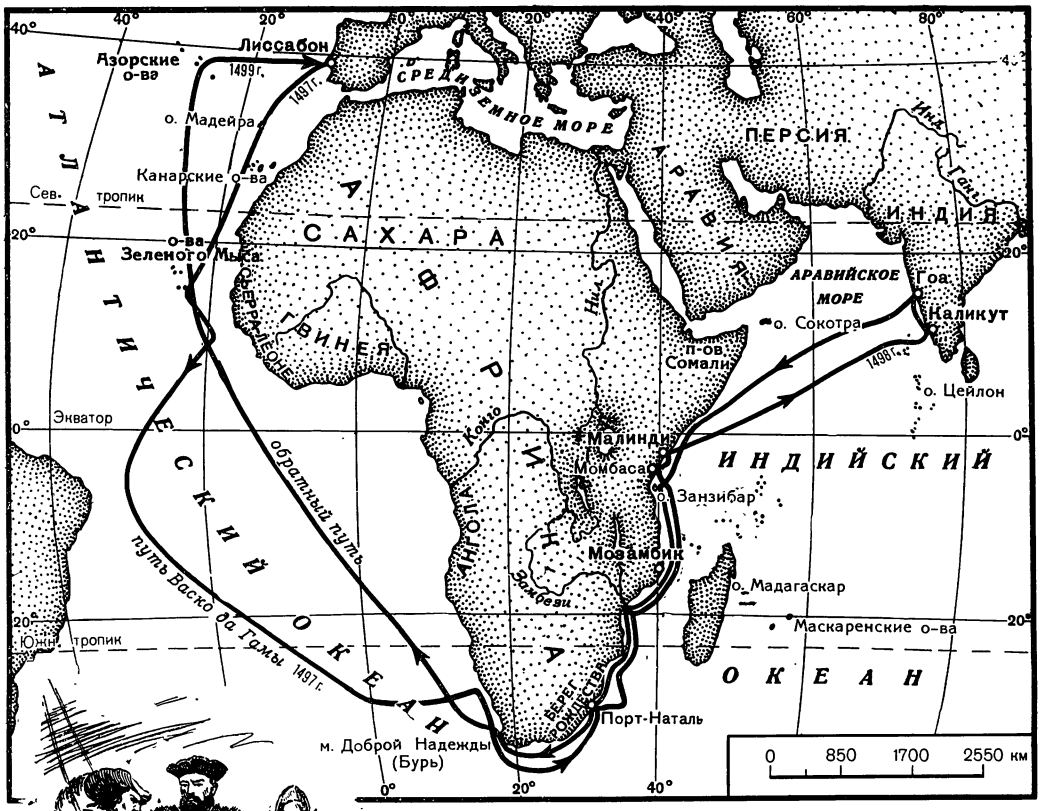
В XV в. народы этих стран после длительных войн освободились от ига арабов. Продолжая войны с арабами в Северной Африке, португальцы постепенно продвигались вдоль ее западного берега все дальше на юг.

По пути мореплаватели открыли о-ва Канарские, Зеленого Мыса и о-в Мадейра. Эти земли стали им опорной базой в далеких плаваниях. В 1445 г. португальцы дошли до самой западной точки Африки — Зеленого Мыса, открыли устья рр. Сенегала и Гамбии. До этого никто из европейцев здесь еще не бывал.

По мере продвижения к югу перед мореплавателями открывались все новые картины побережья Африки и ее тропической природы. В удобных местах португальцы высаживались на берег и ставили особые знаки («падраны»), обозначавшие, что данная земля отныне владение Португалии. Местных жителей — негров португальцы брали в плен, а затем продавали на рынках Португалии как рабов.

У многих в то время возник вопрос: верна ли карта мира Птолемея? На этой карте Африка простиралась до Южного полюса, отделяя Атлантический океан от Индийского. Но португальские мореплаватели установили: чем южнее, тем берег Африки больше отклоняется к востоку. Может быть, материк где-то кончается и с юга омывается морем? Тогда оказалось бы возможным обойти сушу, попасть в Индийский океан, а по нему дойти на кораблях до Индии и Китая и оттуда морским путем привезти в Европу пряности и другие ценные товары! От этой мысли захватывало дух.

Эту волнующую загадку разрешил португальский путешественник Бартоломеу Диаш. Выйдя из Лиссабона в 1487 г. на трех кораблях, он в 1488 г. доплыл до южной оконечности



Маршрут плавания Васко да Гамы.

Африки и даже обогнул ее, несмотря на жестокий шторм. Самый южный выступ Африки Диаш назвал мысом Бурь. За этим мысом его корабли вошли в воды Индийского океана. Но Бартоломеу Диашу пришлось на этом закончить свое путешествие: измученная бурями команда потребовала возвращения на родину. После доклада Бартоломеу Диаша о результатах плавания португальское правительство распорядилось назвать южный мыс Африки не мысом Бурь, а Доброй Надежды — надежды достигнуть Индии и других стран Востока морским путем.

Надежда эта скоро сбылась. Через 10 лет специальная экспедиция на четырех кораблях под начальством Васко да Гамы отправилась на поиски пути вокруг Африки в Индию. На восточных берегах Африки мореплаватели обнаружили торговые и военные поселения арабов. Затем экспедиция прибыла в Индию и, побывав в г. Каликуте, с грузом пряностей возвратилась в Португалию в июле 1499 г. Плавание продолжалось два года и два месяца.

В результате плаваний Бартоломеу Диаша и Васко да Гамы сильно изменилась карта мира. Атлантический и Индийский океаны оказались соединенными; уточнены контуры Африки, а также нанесен на карту о-в Мадагаскар. Было установлено, что берега Африки населены на всем их протяжении. Вместо опасных сухопутных дорог был открыт дешевый и сравнительно безопасный морской путь на Восток. По новому пути из Португалии двинулись в Индию экспедиции. В результате этих экспедиций Индия становится колонией Португалии. Обосновавшись здесь, португальские захватчики совершают военные походы в Индонезию, Индокитай вплоть до Новой Гвинеи и Японии.

ОТКРЫТИЕ АМЕРИКИ И «ЮЖНОГО МОРЯ»

Открытие Португалией морского пути в Индию вызвало и у других государств стремление искать морской путь в страны Востока. Испания не хотела мириться с усилением своего соседа — Португалии. Путь к берегам Африки закрывал ей португальский флот, который уничтожал любой чужеземный корабль, появлявшийся у западных берегов Африки. Торговля с Востоком по сухопутным караванным путям для Испании была совершенно недоступна, так как они проходили через всю Европу. Правительство Испании стало искать пути, чтобы проникнуть в страны Востока.

В это время в Испанию прибыл моряк. Он умел составлять карты, водить корабли, знал четыре языка. Родом он был из Италии, в Испанию прибыл из Португалии. Звали его Кристобаль Колон (Христофор Колумб). Разыскав в монастыре близ г. Палоса знакомого монаха, Колумб рассказал ему, что решил плыть в Азию новым морским путем — по Атлантическому океану.

Христофор Колумб.

Ему удалось в этом убедить некоторых лиц, приближенных к королевскому двору. Он был допущен к королеве Изабелле, которая после его доклада назначила «ученый совет» для обсуждения проекта. Совет состоял в большинстве из духовных лиц. Колумб горячо защищал свой проект. Он ссылался на доказательства древних ученых о шарообразности Земли, на копию карты знаменитого итальянского астронома Тосканелли, на которой было изображено в Атлантическом океане множество островов, а за ними — восточные берега Азии. Он убеждал ученых монахов тем, что в легендах говорилось о земле за океаном, от берегов которой морские течения иногда приносят стволы деревьев со следами обработки их руками человека.

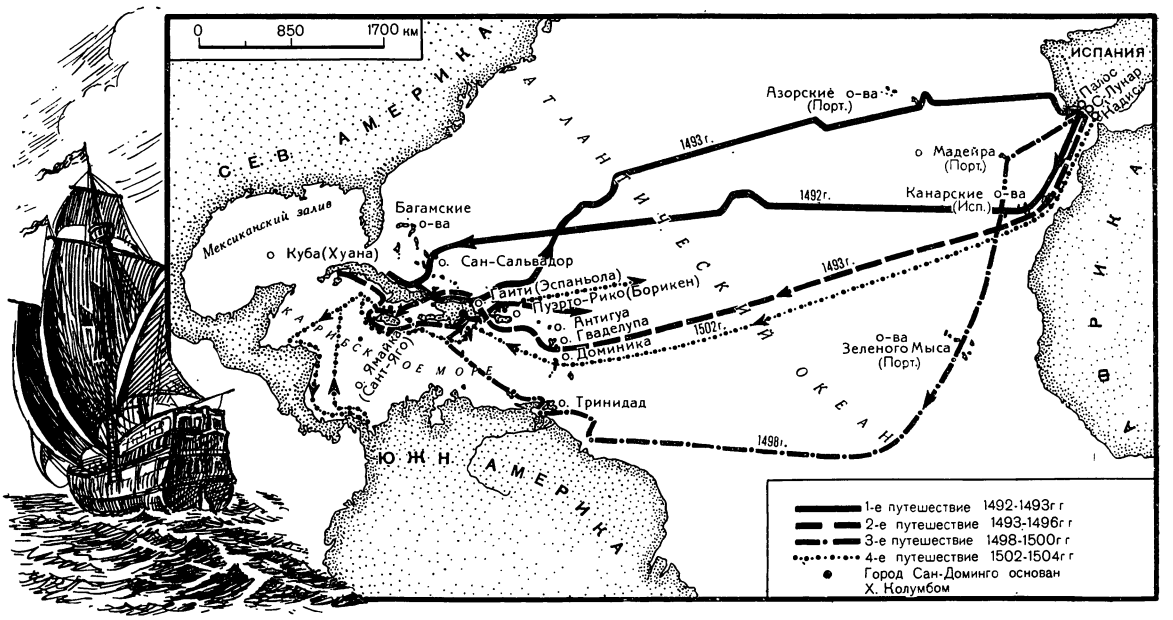
Никакие доводы Колумба на монахов не действовали. Ничего не добившись, Колумб хотел покинуть Испанию. Но наконец правители Испании все-таки решились заключить с ним договор, по которому он в случае успеха получал звание адмирала и вице-короля открытых им земель, а также значительную часть прибыли от торговли со странами, где ему удастся побывать.

3 августа 1492 г. из порта Палос в плавание вышли три корабля: «Санта-Мария», «Пинта», «Нинья» с 90 участниками. Экипажи кораблей состояли в основном из осужденных преступников. После ремонта корабля «Пинта» у Канарских о-вов потянулись томительные дни. Прошло 33 дня, как экспедиция покинула Канарские о-ва, а земли все не было видно.

Буйная команда начала роптать. Чтобы ее успокоить, Колумб записывал в судовой журнал пройденные расстояния, умышленно преуменьшая их. Наблюдая за стрелкой компаса, он однажды заметил, что она ведет себя необычно, отклоняясь от нормального направления на Полярную звезду. Это повергло в смятение самого видавшего виды адмирала. Он ведь не знал и не мог предполагать, что существуют районы магнитных аномалий, тогда они еще не были известны.

Вскоре появились признаки близости суши: изменился цвет воды, появились стайки птиц. И вот из наблюдательной бочки на мачте впередсмотрящий оповестил: «Земля!» Но мореплавателей ждало горькое разочарование— это была не суша, а масса плавающих на поверхности длинных водорослей. Корабли вошли в Саргассово море. Надежды рассеялись, как мираж. Вскоре за этим морем появились признаки суши. 12 октября действительно увидели на горизонте темную полоску земли.

Это был небольшой остров с пышной тропической растительностью. Здесь жили статные высокие люди со смуглой кожей. Туземцы называли свой остров Гуанахани. Колумб назвал его Сан-Сальвадором и объявил владением Испании. Это название так и закрепилось за одним из Багамских о-вов. Колумб был уверен, что достиг Азии. Побывав у других островов, он всюду расспрашивал местных жителей, Азия ли это.



Маршруты плаваний Колумба.

Но ничего созвучного этому слову не услышал. Особенно интересовались участники плавания золотыми украшениями местных жителей. Их было немного, и жители ценили украшения не больше, чем красивые раковины. Колумб и его спутники заметили, что островитяне жуют или жгут, держа в зубах, какую-то сухую траву. Это был табак, впервые увиденный европейцами.

Колумб оставил на о-ве Эспаньола часть людей во главе со своим братом и отплыл в Испанию. В доказательство, что он открыл путь в Азию, Колумб взял с собой несколько индейцев, перья невиданных птиц, некоторые растения и среди них маис, картофель и табак, а также золото, отобранное у жителей островов. 15 марта 1493 г. в Палосе его встречали с триумфом, как героя.

Так совершилось первое посещение европейцами островов Центральной Америки и было положено начало дальнейшему открытию неизвестных земель, их завоеванию и колонизации. Впервые стала достоверно известна ширина Атлантического океана; было установлено существование течения с востока на запад, обнаружено Саргассово море, впервые отмечено непонятное поведение магнитной стрелки.

Возвращение Колумба вызвало невиданную «лихорадку» в Испании. Тысячи людей жаждали поехать с ним в «Азию» в надежде поживиться легкой добычей. Снарядив немедленно новую экспедицию, Колумб отправился из г. Кадикса во второе плавание, которое продолжалось с 1493 по 1496 г. Было открыто много новых земель в гряде Малых Антильских о-вов (Доминика, Гваделупа, Антигуа), о-ва Пуэрто-Рико, Ямайка, обследованы южные побережья Кубы, Эспаньолы. Но и на этот раз Колумб не достиг материка. С богатой добычей корабли возвратились в Испанию.

Третье плавание Колумба состоялось в 1498—1500 гг. на шести судах. Он отплыл из г. Сан-Лукар. На о-ве Эспаньола Колумба ожидал тяжелый удар. Вероломные правители Испании, опасаясь, что Колумб может стать правителем открытых им земель, послали вслед за ним корабль с приказом его арестовать. Колумба заковали в кандалы и доставили в Испанию. По ложному обвинению в утайке королевских доходов его лишили всех званий и привилегий, записанных в договоре. Почти два года потратил Колумб, чтобы доказать свою невиновность. В 1502 г. он вновь пустился в свое последнее плавание на запад. На этот раз Колумб посетил многие открытые им острова, пересек от южного берега Кубы Карибское море и дошел до северного берега Южной Америки.

Из четвертого плавания Колумб возвратился в 1504 г. Слава его померкла. Договор с ним правительство Испании не намеревалось выполнять. В 1506 г. Колумб умер почти забытым

в одном из маленьких монастырей. Исследователи жизни и деятельности Колумба утверждают: до конца жизни он был убежден, что открыл путь в Азию.

В открытые Колумбом земли из Испании хлынул поток жаждущих наживы. Особенно усилился он в первые десятилетия XVI в. Всего за двадцать лет испанские корабли побывали почти у всех Багамских, Больших и

Америго Веспуччи

Малых Антильских о-вов, пересекли Карибское море, прошли вдоль южного побережья Северной Америки от Флориды до Юкатана, обследовали восточные берега перешейка между американскими континентами, ознакомились с северным берегом Южной Америки от устья Ориноко до Дарьенского залива. На островах и побережье Центральной Америки возникло много испанских поселений. При этом колонизаторы не только отнимали землю и золото у коренных жителей «Западной Индии», как назывались эти земли (отсюда название самих жителей — «индейцы»), но и жестоко расправлялись с ними, превращали их в рабов.

В самом начале XVI в., на рубеже двух столетий, в одном из плаваний к берегам Вест-Индии участвовал выходец из Италии, торговый делец Америго Веспуччи. Побывав у берегов Южной Америки, он пришел к мысли, что земля, до которой дошел Колумб, вовсе не Азия, что это неизвестная обширная суша, Новый Свет. Он сообщил о своей догадке в двух письмах в Италию. Слух об этом быстро распространился. В 1506 г. во Франции был издан географический атлас с картой северной части Южной Америки. Автор карт Вальдземюллер назвал эту часть Нового Света землей Америго. Картографы последующих лет распространили это название на Центральную, а затем и Северную Америку. Так имя Америго Веспуччи незаслуженно было присвоено целой части света и увековечено картографами.

Встречая упорное сопротивление коренного населения, испанцы вначале не решались продвигаться в глубь материка. В одной из колоний (Санта-Мария) на берегу Дарьенского залива оказался бежавший сюда из Испании от долгов некий Бальбоа, Васко Нуньес. Страх перед кредиторами толкнул его на поиски богатств. От индейцев он услышал, что за горами на западе, на берегу «большой воды» много золота. Собрав ватагу любителей легкой наживы, Бальбоа в 1513 г. поднялся в горы, перевалил на западный склон и действительно увидел «большую воду». Он назвал ее «Южным морем» и объявил владением Испании. Это был Панамский залив Тихого океана. Совсем не думая о географических открытиях, а помышляя лишь о золоте, Бальбоа первым из европейцев вышел к берегу Тихого океана, совершив одно из великих открытий.

По морским путям, проложенным Колумбом по океану, а Бальбоа — через Панамский перешеек к «Южному морю», испанские завоеватели пришли в Америку и захватили не только острова, но и перешеек между двумя континентами, а оттуда ринулись на континент. В течение 1519—1535 гг. шайки захватчиков под начальством жестокого и вероломного Кортеса разбойничали от Гондураса до Мексики и Калифорнии. Они уничтожили много тысяч индейцев и разрушили древнюю культуру ацтеков. Десять лет (1524—1534) отряды Писарро нападали на мирных индейцев Перу в Южной Америке. Они разрушили столицу государства — г. Куско и уничтожили высокую культуру инков. В 30-х годах Альмагро прошел к высокогорному озеру Титикака, пересек Кордильеры, подошел к истокам Рио-Саладо, а отсюда — к берегу Тихого океана. Тринадцать лет (1540—1553) Вальдивия потратил на преследование и порабощение индейцев вдоль берега от Куско до 40-й параллели, где был основан г. Вальдивия. К концу XVI в. испанцы проложили сухопутную дорогу от устья Ла-Платы к Тихому океану. Испания оказалась обладательницей не только островов Центральной Америки, но и громадных пространств на материке от Калифорнии до Огненной Земли.

Всех, кто шел из Испании по путям Колумба, иногда называют в литературе «малыми открывателями». В действительности это были завоеватели («конкистадоры») — хищные, алчные искатели легкой наживы, жестоко обращавшиеся с туземцами.

ПЕРВОЕ КРУГОСВЕТНОЕ ПЛАВАНИЕ

Идея шарообразности Земли становится все более популярной после открытий Колумба в Новом Свете, плавания Америго Веспуччи к Южной Америке, после того как Бальбоа достиг «Южного моря». Еще не знали, насколько тянется «Южное море» к западу от Нового Света. Возникло предположение, что, подобно Африке, Южная Америка омывается морскими водами и, обогнув ее с юга, можно выйти в «Южное море», а далее — к берегам настоящей Азии и Восточной Индии. Эту мысль упорно вынашивал португалец Фернандо Магеллан. Он участвовал в военных походах в Индию и Африку. Обиженный португальскими властями при дележе добычи после военного похода в Африку, Магеллан перешел на службу в Испанию и предложил испанскому королю свой проект: добраться до островов пряностей, обойдя Южную Америку.

Для плавания Магеллана было снаряжено пять кораблей.

20 сентября 1519 г. его флотилия вышла из устья Гвадалквивира с экипажем, состоявшим из 265 человек. Переплыв Атлантику, Магеллан направился вдоль берегов Южной Америки в поисках пролива в «Южное море». В бухте Св. Юлиана ему пришлось зазимовать. Тяжелые условия зимовки подорвали веру в успех у некоторых спутников Магеллана. Вспыхнул бунт, который был жестоко подавлен (двое казнены, двое высажены на берег).

В 1520 г. один из кораблей Магеллана разбился о скалы. Оставшиеся четыре судна дошли до узкого извилистого пролива со множеством островов и более месяца блуждали в проходах между островами. Затем исчез еще один корабль: взбунтовавшаяся команда сбежала — возвратилась в Испанию. На трех кораблях Магеллан пробился к «Южному морю».

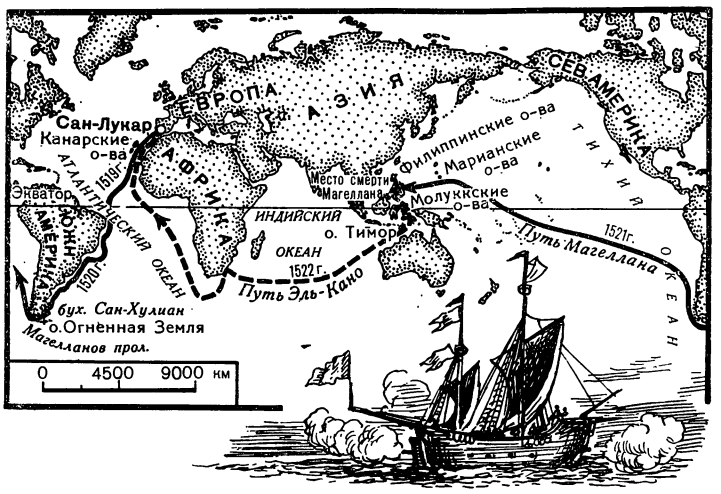
Переход через «Южное море» на запад длился почти четыре месяца. Он был страшно тяжелым. Продуктов, кроме испорченных сухарей, не было; пресная вода «гнила» и превратилась в желтую, отвратительно пахнущую жидкость. Мореплаватели ели древесные опилки и вымоченные в морской воде сухие воловьи кожи. Ели даже крыс. Почти всех поразила цинга, унесшая 19 человек. На пути протяженностью в 17 тыс. *км* мореплаватели встретили всего два ненаселенных острова из группы Марианских. Лишь 6 марта 1521 г. подошли к трем населенным островам, названным «Воровскими»: жители их не имели никакого понятия о собственности и, приплывая к кораблям Магеллана, тащили все, что попадало под руку.

Вскоре корабли Магеллана подошли к группе крупных островов, которые назвали о-вами Лазаря (ныне Филиппинские). Здесь население говорило на малайском языке. Магеллан понял, что, обойдя вокруг Земли, он пришел в Старый Свет, к о-вам Индонезии. Вмешавшись в межплеменную войну, Ф. Магеллан погиб в схватке 27 апреля 1521 г. К моменту отплытия в Испанию на трех кораблях осталось всего 115 человек. Среди них было немало больных. Один корабль пришлось сжечь. Из двух оставшихся кораблей один требовал ремонта. У о-ва Тимор было

Фернандо Магеллан.

решено, что после ремонта корабль направится к Америке. Этот корабль блуждал в водах «Южного моря» и, потеряв от цинги половину команды, возвратился к Молуккским о-вам, где был взят в плен португальцами.

Лишь один корабль «Виктория» под командой Эль-Кано от о-ва Тимор отправился на запад, пересек Индийский океан и, обогнув



Маршрут плавания Магеллана.

Африку, 6 сентября 1522 г. возвратился в Испанию. На одном этом корабле привезли столько пряностей, что деньги, вырученные от их продажи, покрыли все затраты на экспедицию и принесли большую прибыль.

Так завершилось первое плавание вокруг света. Для науки оно имело очень большое значение. Сам факт, что вокруг Земли было совершено плавание, доказывал ее шарообразность. Экспедиция Магеллана впервые прошла «Южное море», названное Магелланом Тихим океаном. Его громадные просторы убеждали в том, что на Земле вода занимает гораздо большую площадь, чем суша, что все океаны соединены между собой и составляют единый Мировой океан. Было доказано, что Южная Америка имеет форму клина и ограничена проливом Магеллана. На южной стороне пролива поднимаются высокие берега суши, названной Магелланом «Землей огней» (Огненная Земля), так как здесь мореплаватели по ночам видели огни костров, которые зажигали местные жители.

ЗАВЕРШЕНИЕ ОТКРЫТИЯ НОВОГО СВЕТА

Открытие Нового Света и начало его завоевания возбудили интерес к Америке не только в Испании. Ее соперница Португалия с завистью смотрела на испанские завоевания и опасалась быстрого роста могущества своей соседки. Уже в начале XVI в. португальцы снаряжают одну за другой экспедиции к Южной Америке, обследуют ее восточные берега и постепенно захватывают все бразильское побережье от устья Амазонки почти до устья Ла-Платы.

Менее известной оставалась Северная Америка. В 1497 г. английское судно под начальством Джона Кабота, итальянца по происхождению, в поисках морского пути в Китай прибыло к о-ву Ньюфаундленд. Затем французские пираты Верраццано (1524) и Картье (1535) ознакомились с побережьем. Они открыли устье р. Гудзона и устье р. Св. Лаврентия. Часть побережья Канады [1] французы объявили своим владением.

Поиски морских путей в Китай и Индию на севере продолжались в XVI и XVII вв.

До каких пределов простирается Северная Америка и можно ли ее обойти с севера? Можно ли Северо-Западным морским путем достичь стран Востока? Это также интересовало многих.

На поиски этого пути отправились англичане. В 1576—1578 гг. с этой целью трижды плавал морской офицер Мартин Фробишер. Он побывал у берегов Гренландии и положил начало изучению островов и проливов Канадского архипелага. Несколько островов и проливов открыл здесь Джон Дейвис, также трижды плававший в поисках пролива в Катай (Китай) в 1585—1587 гг. Неся немалые жертвы от кораблекрушений, суровой стихии Арктики, эти шесть экспедиций не нашли пути в Азию. После этих экспедиций на картах стали более точно изображать восточные побережья Северной Америки.

Англо-испанская война прервала на некоторое время экспедиции в Арктику. В начале XVII в. англичане возобновили поиски морского пути на Восток. Четыре плавания предпринял с этой целью Генри Гудзон. Он пытался пробиться сквозь льды через Северный полюс, обойти Новую Землю, отыскать проход в обход Северной Америки. Четвертая попытка закончилась для него трагически: проникнув в неизвестный обширный залив, он перенес зимовку на берегу, в 1611 г. вновь вышел на поиски, но безрезультатно. Взбунтовавшаяся команда высадила своего капитана (с сыном

[1] Словом «Канада» коренные жители называли свои поселения.

и 7 спутниками) в шлюпку и оставила во льдах на верную гибель.

В последующее время вплоть до 30-х годов XVII в. отважные мореходы Т. Баттон, Р. Байлот, В. Баффин, Т. Джемс, Л. Фокс настойчиво, но безуспешно отыскивали пролив в Тихий океан. Эти экспедиции снаряжали английские торговые компании. В эпохе великих географических открытий эти мореходы оставили заметный след: ими было открыто все северо-восточное побережье Северной Америки. Посмотрите на карту — именами этих мореплавателей называются острова, заливы, проливы.

К половине XVII в. очертания Нового Света были определены на всем протяжении от Огненной Земли до Калифорнии на западе и до Баффиновой Земли на Атлантическом побережье. Окраины Америки на всем этом протяжении стали ареной борьбы за колониальные владения между Испанией, Португалией, Францией, Англией и Голландией. Эти государства выкачивали из колоний громадные богатства и превращали коренных жителей Америки в рабов. Миллионы индейцев были уничтожены в течение примерно одного-полутора столетий.

Совершенно неизвестными еще целое столетие оставались западные окраины Северной Америки от Калифорнии до Аляски и северные — от Аляски до Гренландии. Первооткрывателями их стали русские в XVIII в. (см. стр. 305)

ПРОБЛЕМА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Почти одновременно с вопросом о Северо-Западном морском пути из Европы в Китай и Индию возник второй: как далеко к северу простирается Азия и возможно ли вдоль ее берегов пройти из Атлантики в Тихий океан, найти Северо-Восточный морской путь?

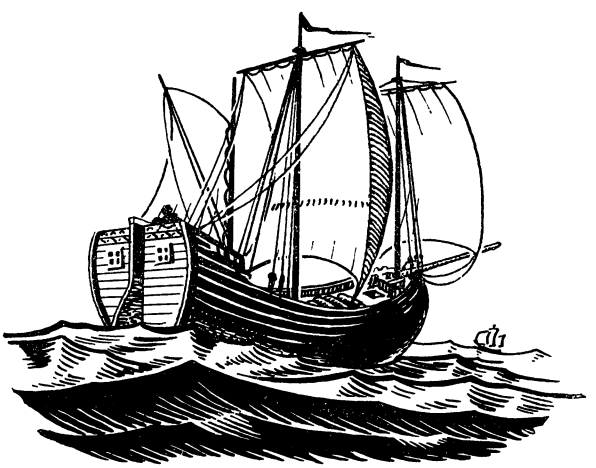
Северные берега Восточной Европы от Скандинавии до Новой Земли в XV и XVI вв. уже были довольно хорошо известны русским поморам, выходцам из Новгорода, а затем и из Московии, заселявшим побережье Белого моря и Кольского п-ова по крайней мере с XII столетия. На своих «лодьях» и «кочах» они бесстрашно бороздили воды Белого и Баренцева морей, нередко уходя на промысел морского зверя и рыбную ловлю далеко в неизвестные просторы Арктики. В XII в. им были известны воды «Студеного моря» до Груманта, т. е. Шпицбергена, в одну сторону, до Новой Земли — в другую, а на север — до тех мест, куда отступают морские льды в летнее время, почти до 80-й параллели. Возможно, что в годы сильного таяния льдов они проникали и в Карское море.

Во второй половине XV в. пройти на Восток Северо-Восточным морским путем неоднократно пытались англичане и голландцы. В Англии было создано «Общество предпринимателей для открытия стран, земель, островов, государств и владений, неведомых и даже доселе (северным) морским путем не посещаемых». На средства этого общества плавали Ченслор и Уиллоуби (1553—1554), Стивен Барроу (1556), Пет и Джекмен (1580), но их корабли доходили лишь до Мурманского побережья или до Новой Земли, в лучшем случае до Карского моря.

Трижды ходил на Восток голландец Виллем Баренц (1594—1596) с целью «открыть удобный морской путь в царства Китайское и Синское, проходящий к северу от Норвегии, Московии и Татарии». Корабли Баренца пытались пробиться на восток и южнее и севернее Новой Земли, но все три раза пройти в Карское море им не удавалось. В третьем плавании Баренц обошел мыс Желания, но вынужден был зазимовать в Ледяной гавани. Весной 1597 г., возвращаясь к материку на двух шлюпках, Баренц скончался.

В плаваниях в Арктике немалую помощь англичанам и голландцам оказывали русские поморы, иногда спасая мореходов от неминуемой гибели.

В конце XVI в. русские уже регулярно ходили к устью Оби, а может быть, и Енисея.



Русская поморская лодья XV—XVI вв.

Вскоре же после похода Ермака (1581—1583) в низовьях Оби были построены Березовский городок и Обдорск (ныне Салехард), а через семь лет на р. Таз — Мангазейский острог. Долгое время они служили портами для отправки пушнины морем в Архангельск, а оттуда в Москву. В начале XVII в. русские мореплаватели уже нередко доходили до устья Енисея и до р. Пясины. Тем временем русские землепроходцы продвигались на восток и по суше, и по рекам Зауралья. Они прошли всю Западную Сибирь до Енисея.

В 1622—1623 гг. от Енисея прошел вверх по р. Нижней Тунгуске отряд землепроходца Пенды, перевалил через водораздел и вышел на р. Лену. В 1632 г. енисейский сотник Петр Бекетов заложил Якутск, а через 10 лет отряды казаков спустились до устья Лены; отсюда Ребров прошел морем на запад до р. Оленек, а Перфирьев — на восток до р. Яны. Вскоре кочи землепроходцев стали доходить до р. Анабар, а на восток — до Индигирки. «Служилый человек Михаил Стадухин со товарищи» прошел к устью Колымы и в 1644 г. заложил Нижне-Колымский острог. Самый трудный участок Северного морского пути в обход Таймырского п-ова был пройден неизвестной морской экспедицией около 1620 г. Остатки зимовья этой экспедиции были найдены полярниками в 1940 г. на о-ве Фаддеевский и на материке в заливе Симса. Тут были развалины хижины, остов судна, посуда (медные котлы), морские приборы (маточка, т. е. компас), ножи, много монет начала XVII в. и даже обрывки полуистлевшей «жалованной грамоты». Кто именно, куда и с какой целью шел морем на восток — пока еще не разгадано.

Открытие последнего участка Северо-Восточного прохода в Тихий океан связано с именами Семена Дежнева и Федота Попова. Дежнев был «служилый человек». Он около 20 лет скитался по Сибири, большей частью как надсмотрщик за сбором ясака в казну, не раз участвовал в боях с чукчами, был ранен их стрелами, не раз зимовал в трудных условиях, терпел нужду и голод.

Федот Попов служил в приказчиках у московского купца Усова и заботился о его интересах в Сибири. На его средства в 1647 г. он снарядил в плавание на восток от Колымы четыре коча. В этом походе участвовал и Семен Дежнев. Плавание было неудачным: непроходимые льды преградили путь. В следующем году (1648) было снаряжено семь кочей с командой 90 человек. Вскоре два коча были разбиты льдами во время бури. Люди вышли по льдам на берег, но все погибли от голода и в стычках с коряками. Другая буря отбила еще два коча, и они пропали без вести. Возможно, что их отнесло к берегам Америки.

Когда оставшиеся три коча дошли до мыса «Большого каменного носа», о скалы разбился еще один из них. Люди едва спаслись и разместились на уцелевших кочах Дежнева и Попова. Коч Дежнева за мысом повернул к югу; после жестокого шторма его выбросило на берег у скалистого подножия Корякских гор.

Семен Дежнев.

«А было нас на коче всех двадцать пять человек,— рассказывал потом Дежнев.— И пошли мы все в гору, сами путь себе не знаем, холодны и голодны, наги и босы... И с голоду мы, бедные, врозь разбрелись». Двенадцать человек дошли до р. Анадыри и с великими лишениями перезимовали в ее устье. В следующем году Дежнев нашел близ устья реки богатые залежи моржовых бивней — в те времена дорогого товара.

Коч Попова отнесло бурей далеко к югу. Он высадился на Камчатке и зимовал в устье р. Камчатки, а потом ушел в море. Кочи Дежнева и Попова прошли из Ледовитого океана в Тихий океан проливом, ныне носящим имя Беринга.

Русские мореходы и землепроходцы обследовали, таким образом, все северное побережье Евразии и омывающие его моря, сделав этим немалый вклад в летопись великих географических открытий, фактически разрешив про-

блему Северо-Восточного прохода в страны Востока. Плавание Дежнева и открытие им пролива между Азией и Америкой некоторые ученые XIX в. не случайно сравнивали с подвигом Христофора Колумба.

В ПОИСКАХ ЮЖНОГО МАТЕРИКА

После того как Васко да Гама обогнул юг Африки и португальские колонизаторы ринулись в Индию и к островам пряностей, а Магеллан открыл пролив между материком Америки и Огненной Землей, перед географами встала увлекательная загадка: далеко ли простирается на юг Огненная Земля и есть ли суша к югу от Восточной Азии? Ведь в сочинениях древних писателей говорится о большом массиве суши в южном полушарии; на карте Птолемея она занимает все пространство вокруг Южного полюса и соединяется на западе с Африкой, а на востоке с Азией. Но Птолемей оказался не прав — Африка омывается с юга океаном. Так есть ли вообще неизвестный Южный материк? Отказаться от привычных взглядов совсем непросто, тем более что с Южным материком упорно связывались легенды о его сказочных богатствах и цветущей природе.

Вопрос об Огненной Земле был случайно разрешен английским пиратом Дрейком, нападавшим на испанские корабли у берегов Америки.

В 1578 г. Дрейк направился по пути Магеллана. Пройдя пролив, по выходе в Тихий океан, три корабля Дрейка были застигнуты свирепым штормом, продолжавшимся 52 дня. Спутник Дрейка, составивший описание плавания, записал: «Не успели мы выйти в это море (иными называемое Тихим, а для нас оказавшееся Бешеным), как началась такая неистовая буря, какой мы еще не испытывали... Невдалеке были видны по временам горы, и они вызывали ужас, потому что ветер гнал нас к ним на верную гибель; потом они скрывались из глаз». Один корабль пропал без вести, другой был отброшен бурей обратно в Магелланов пролив и ушел в Англию, а «Золотая лань» (корабль, на котором плыл Дрейк) была отнесена почти на пять градусов к югу. Она оказалась южнее Огненной Земли, у мыса Горн. Стало ясно, что Огненная Земля — не Южный материк. Водное пространство к югу от нее позднее стали называть проливом Дрейка. Разграбив далее в пути вдоль берега Южной Америки несколько испанских кораблей с золотом и серебром, Дрейк пересек Тихий и Индийский океаны и пришел в Англию с награбленной добычей. В течение двух лет и десяти месяцев он совершил второе после Магеллана кругосветное плавание.

Казалось бы, миф о Южном материке был окончательно развеян после открытия «пролива Дрейка». Но на деле все оказалось гораздо сложнее. Здесь испанцы продолжали разыскивать легендарный Южный материк со стороны своих владений в Америке. С этой целью плавали Сааведра (1527—1529), Вильяловос (1542), Урданетта (1565), Менданья и Кирос (1595), Кирос и Торрес (1605—1606). Они открыли немало островов в Тихом океане, нередко принимая их за Южный материк и все далее заходя в высокие широты южного полушария. А материк как будто отступал все дальше к югу. Наконец, Торресу удалось пройти вдоль южного берега Новой Гвинеи и увидеть выступ какой-то неизвестной суши еще южнее. Это был мыс Йорк. В то же время голландский мореплаватель Виллем Янц (Янезон), плавая в Малайском архипелаге, наткнулся на неизвестную сушу и, взяв курс на юг, вошел в обширный залив среди никем еще не обследованной суши. Это был залив Карпентария.

И только в 1642—1643 гг. голландцу Абелю Тасману посчастливилось увидеть сушу за 40-й параллелью. Он плыл от голландской колонии Амбоина по Индийскому океану на запад; от о-ва Маврикия повернул на юг, зашел за 40-ю параллель и круто изменил курс на восток. По бурным водам сороковых параллелей Тасман прошел от 60-го до 140-го меридиана и вскоре подошел к большой земле, ныне носящей его имя. Принял ее за окраину «Терра Австралис Инкогнита» (неизвестной Южной земли) и назвал землей Ван-Димена. Тасман проследовал далее к востоку и встретил еще одну обширную сушу, назвав ее Землей штатов. В 1644 г. Тасман описал и составил подробную карту северных берегов Австралии от мыса Йорк до южного тропика. Так был открыт истинный Южный материк — Австралия и соседняя с ним Новая Зеландия (Земля штатов). Это важное открытие голландские власти держали в секрете, чтобы другие страны не захватили вновь открытые земли. Лишь в XVIII в. англичанин Джемс Кук вновь подошел к Австралии и Новой Зеландии, вторично «открыл» их и объ-

явил колониями Англии (см. стр. 312). Таким образом, проблема Южного материка в половине XVII в. еще не была разрешена. Оставались неизвестными до конца XIX в. пространства на крайнем юге земного шара, за 55-й параллелью.

Великие географические открытия осуществляли в то время, когда в экономически более развитых странах Западной Европы складывался капиталистический способ производства и возник класс капиталистов. Первоначально это были купцы, наживавшие капитал на торговле, крупные феодалы-землевладельцы, использовавшие даровой труд рабов, верхушка правителей церкви, разбогатевших на торговых операциях, монастырских землях и поборах с одурманенных религией людей. Все они жадно искали источники и способы еще большего обогащения. Военные походы против арабов (мавров) благословлялись и субсидировались главой католической церкви папой римским. Ожидая крупные доходы, влиятельные духовные лица и банкиры помогали организовывать плавания Колумба. Испанские король и королева помогали снаряжать корабли Магеллана. К пиратским действиям Дрейка благосклонно относилось английское правительство. В организацию многих английских экспедиций для поисков морских путей на Восток вкладывали свои средства купеческие компании. Жажда наживы толкала и самих мореплавателей в неизвестные дали, хотя часто это было связано с риском сложить голову. Эпоха географических открытий была вызвана экономическими причинами. В результате ее некоторые государства захватили громадные территории в качестве колоний, сделав их источником невиданных богатств. Надеясь на обогащение, в колонии хлынули потоки переселенцев. Колонизаторы поработили и истребили миллионы местных жителей в Новом Свете и в странах Востока. Африка была превращена в «заповедное поле охоты» на негров. Миллионы несчастных людей, закованных в кандалы и колодки, были переброшены как живой товар работорговцами[1] через Атлантический океан в Америку, на плантации колонизаторов. С открытием новых земель и захватом колоний изменились экономические отношения между соперничавшими колониальными державами, возникли новые мировые торговые пути.

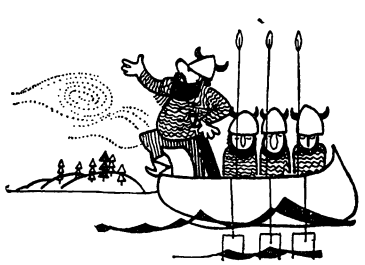
Великие географические открытия нанесли сильное поражение церкви. Они воочию показали людям ложность религиозных сказок о Земле, ее устройстве, о сотворении ее богом. Передовые ученые стали выступать против учения церкви, против религии. «Теперь,— писал в XIX в. Фридрих Энгельс, — перед взором естествоиспытателей лежал весь мир», и он не укладывался в догматы «священного писания». В XVI в. Н. Коперник опубликовал свое учение о солнечной системе и движении планет вокруг Солнца, в XVII в. были объяснены основные законы движения планет (небесная механика). Появилась возможность объяснить такие сложные вопросы, как смена дня и ночи, продолжительность их на разных широтах, смена времен года и т. д. Хотя церковные и иные мракобесы жестоко боролись с носителями истинно научных знаний, предавая проклятию и сожжению научные книги, объявляя их еретическими, заточая ученых в подземелья и сжигая их на кострах, все же наука наносила религии все более сокрушительные удары. Лишь самые темные, невежественные люди еще оставались (и до сих пор в капиталистических странах многие остаются) одурманенными религиозными небылицами. Однако именно в эпоху великих географических открытий наука восстала против церкви. В эту эпоху громадные успехи сделали многие науки о природе — астрономия, физика, химия, биология и др.

[1] Работорговля на рынках в Южной Америке продолжалась и в начале XIX в.

Кто открыл Америку?

«Америку открыл Колумб» — это известно каждому школьнику. А между тем за пять столетий до Колумба в Америке побывали норманны, лучшие мореходы средневековой Европы.

В IX в. норманские викинги открыли и колонизовали о-в Исландия. Эйрик Рыжий в 982 г. открыл самый крупный на земле остров — Гренландию. Около 987 г. из Исландии в Гренландию направился исландский мореход Бьярни с дружиной. Путь к Гренландии был еще плохо знаком норманнам. Вместо Гренландии они поплыли далеко на запад и увидели неизвестную землю, покрытую лесом. Это были берега Америки или острова Ньюфаундленд. Спутники Бьярни решили, что нужно пристать к берегу, но Бьярни, который хотел поскорее попасть в Грен-



ландию, запретил останавливаться. Корабль повернул в открытое море. Достигнув Гренландии, Бьярни вернулся затем на родину и рассказал о землях, виденных на западе. Под влиянием его рассказа в 1000 г. Лейф Счастливый, сын открывателя Гренландии Эйрика Рыжего, решил пуститься на поиски земель на западе и первым из жителей Старого Света вступил на американскую землю. Так, почти за пятьсот лет до Колумба была открыта Америка. Умаляет ли это славу великого путешественника Христофора Колумба? Конечно, нет! Ведь открытия норманнов не имели исторического значения: они были случайными и остались без последствий. Вот почему ученые справедливо считают, что славу Колумба не может затмить ни Бьярни, видевший побережье Америки, ни Лейф, ни какой-либо рыбак с берегов Европы, которому, быть может, удалось повидать американскую землю до великого путешественника — Колумба.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ XVIII ВЕКА

Географические открытия, о которых здесь рассказывается, были сделаны морскими и сухопутными экспедициями XVIII столетия. Экспедиции отправлялись в дальние пути из разных стран, снаряжались с различными целями, шли и плыли по разным маршрутам. Общим у всех них было одно: они помогали создавать точную карту Земли.

А Земля два с половиной века назад представлялась географам далеко не такой, какой она теперь изображается на любой географической карте. Даже контуры частей света не могли тогда быть нанесены на карту достаточно точно. Внутри материков оставалось множество «белых пятен». Загадки таил крайний север, загадочен был крайний юг. Много тайн хранил Тихий океан.

В представлениях картографов о южной части земного шара и после открытий Тасмана оставалось еще много путаницы, вызванной догадками о громадном континенте «Терра Австралис Инкогнита».

Изображение северной части Земли доставляло картографам не меньше хлопот. Одни изображали у Северного полюса сушу, другие — океан, свободный ото льдов. Северный берег Азии наносили на карту по-разному, где по догадке, где по сведениям, полученным от русских землепроходцев XVII столетия — казаков, промышленников, служилых людей. Тихоокеанское побережье Северной Америки примерно наполовину оставалось еще неизвестным (достоверные сведения были только о его южной половине).

Так выглядела географическая карта к началу XVIII столетия.

В АРКТИКЕ И В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

В создании карты арктических и тихоокеанских земель великая заслуга принадлежит русским геодезистам и морякам XVIII в. Они описали все северные берега нашей Родины, нанесли на карту побережья Аляски, пролив, отделяющий Азию от Американского материка, многие острова и архипелаги.

Первые десятилетия XVIII в. в России — это время петровских преобразований, которые способствовали росту промышленности и торговли, развитию отечественной науки. В то время Петр I создает русский морской флот. Россия получает выход к Балтийскому морю, ведутся энергичные поиски новых морских торговых путей.

От казака-землепроходца Владимира Атласова в столицу приходят вести о почти неизвестных еще камчатских землях. Атласов совершил в 1697—1699 гг. поход на Камчатку, о которой узнал от побывавших там раньше казаков. Он основал на Камчатке первое русское поселение. Он же сообщил о виденных им вдалеке островах: это была северная оконечность Курильской гряды.

Миновало немногим более десяти лет, и к северной части Курил приплыли с Камчатки казаки. Их начальник Иван Козыревский дважды побывал на Курилах (в 1711 и 1713 гг.) и составил примерный «чертеж» неизвестного для картографов архипелага. А еще около десятилетия спустя первые русские геодезисты, побывавшие на Тихом океане,— Иван Евреинов и Федор Лужин — начертили карту, на кото-

рой показали вместе с Сибирью п-ов Камчатку и Курильскую гряду.

В 1725 г. из Петербурга отправилась в далекий путь Первая Камчатская экспедиция. Снаряжение ее было задумано Петром I незадолго до его смерти. Начальником экспедиции он назначил Витуса Беринга, моряка родом из Дании, двадцать лет состоявшего на русской службе. Петр I сам написал инструкцию для экспедиции. Предписывалось ехать к берегам Тихого океана, построить там один или два корабля и плыть от Камчатки на север,

Витус Беринг.

чтобы узнать, не соединяется ли где-либо Азия с Америкой.

Еще лет за 80 до Камчатской экспедиции эту географическую загадку, занимавшую издавна европейских картографов, в сущности уже решили Дежнев и Попов. Они прошли пролив, разделяющий Азию и Американский материк. Но Федот Попов не вернулся из плавания. А донесения Семена Дежнева надолго затерялись в Якутском архиве. До ученых и моряков могли доходить лишь слухи об этом удивительном плавании.

Петр I, снаряжая экспедицию, хотел, чтобы Россия, получившая выход на Балтику, стала также и сильной тихоокеанской державой. Занимала Петра мысль и о том, нельзя ли проложить путь через северные моря в Индию и Китай.

Помощником Беринга был назначен воспитанник Морской академии Алексей Ильич Чириков — замечательный человек и моряк. Другой помощник — Мартын Петрович Шпанберг оставил недобрую память о себе: он был опытным офицером, но отличался алчностью и жестокостью.

Долго добиралась экспедиция к Тихоокеанскому побережью. Около полутора лет прошло, пока все участники ее собрались в Якутске. Потом с великими тяготами перевозили грузы по рекам и сухопутью еще на тысячу верст — из Якутска в Охотск. Наконец, на небольшом судне «Фортуна» добрались через Охотское море к Камчатке. Там выстроили еще одно судно — «Св. Гавриил», на котором предстояло совершить путешествие на север.

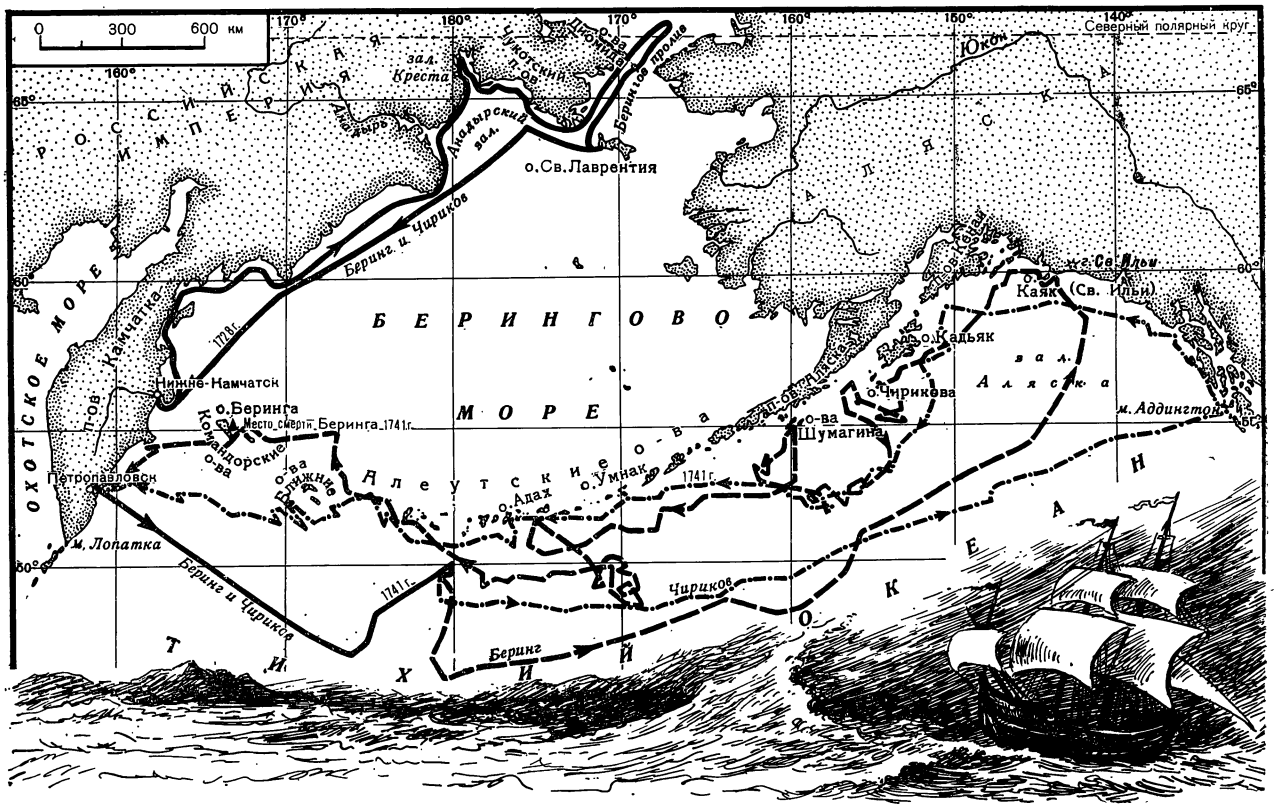
В июле 1728 г. «Св. Гавриил» отправился в путь. День за днем плыл корабль. Измерялись широты, долготы, создавалась первая точная карта азиатского побережья моря, которое позднее было названо Беринговым.

Английский мореплаватель Кук, побывавший в конце XVIII столетия в этих местах, писал: «Я должен воздать справедливую похвалу памяти почтенного капитана Беринга; наблюдения его так точны и положение берегов означено столь правильно, что с теми математическими пособиями, какие он имел, нельзя было сделать ничего лучше. Широты и долготы его определены так верно, что надобно сему удивляться».

Впрочем, в адрес Беринга впоследствии раздавались и заслуженные упреки. Достигнув через месяц плавания 67°18′ с. ш., он счел инструкцию выполненной и приказал повернуть назад, так и не увидав американской земли, а значит, и не установив, далеко ли от Америки находится Азия. Энергичный Чириков безуспешно настаивал на продолжении поисков.

Во время плавания экспедиция открыла о-в Св. Лаврентия, один из о-вов Диомида и прошла (вторично после Попова и Дежнева) пролив, отделяющий Азию от Америки. Но только Беринг тогда не установил, что этот пролив отделяет Азию от Америки, так как противоположного, американского берега он не видел.

Завершили открытие пролива, известного ныне под названием Берингова, подштурман И. Федоров и геодезист М. Гвоздев. В 1732 г. они прошли этот пролив на том же корабле «Св. Гавриил», оставленном Берингом на Камчатке. По путевому дневнику Федорова была составлена первая карта пролива, разделяющего два континента, с обозначением обоих его берегов. Хотя Гвоздев и Федоров не высаживались на побережье Америки, но подходи-



Маршруты экспедиций Беринга и Чирикова.

ли настолько близко к его северо-западной оконечности (ныне мыс Принца Уэльского), что разглядели эскимосские юрты на берегу.

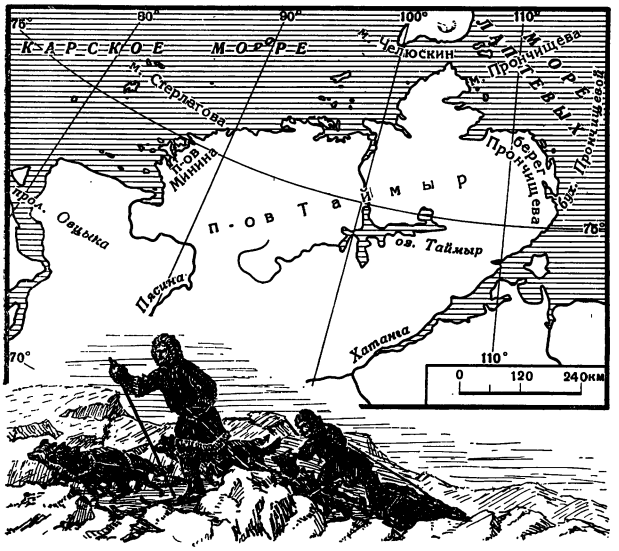
Об этих открытиях стало известно в столице не сразу. В то время как они совершались, в Петербурге подготавливали новую экспедицию. Ее участникам в числе прочих заданий было поручено найти путь от Камчатки к американскому берегу. Экспедицию назвали Второй Камчатской. Начальником был назначен снова Витус Беринг, а его помощником — Чириков. Кроме плавания в водах Тихого океана, экспедиции предстояли и совсем иные маршруты.

Нужно было нанести на карту весь северный берег страны: от Архангельска до устьев Оби, Енисея, Лены и Колымы и еще далее на восток, к землям Чукотского края. Десять лет продолжались эти работы. Для их выполнения участники экспедиции были разделены на отряды.

Имена многих руководителей и участников этих отрядов навсегда вошли в историю географических исследований и открытий. Среди них лейтенанты Степан Малыгин и Алексей Скуратов, обогнувшие с немалыми трудностями п-ов Ямал, Дмитрий Овцын, который достиг с моря устья р. Енисея в обход Гыданского п-ова. В их числе Василий и Мария Прончищевы, Харитон и Дмитрий Лаптевы, Семен Челюскин и другие участники Великой Северной экспедиции (так нередко ее называют ныне историки).

Из множества исследований и открытий, совершенных участниками экспедиции, расскажем о достижении самой северной точки Азии на побережье Таймырского п-ова. К побережью, где находится это место, добирался отряд, который должен был составить описание берега на запад от Лены. Работа этого отряда, как и других, продолжалась ряд лет. Она требовала от людей выдержки, самоотверженности, настойчивости.

Путь к Таймыру начался в 1735 г. на дубель-шлюпке «Якутск». Командиру отряда Василию Прончищеву сопутствовала его жена Мария — первая женщина, участвовавшая в научной арктической экспедиции. Меньше месяца длилось плавание, почти год заняла тяжелая зи-



Имена участников Великой Северной экспедиции увековечены во многих географических названиях. На картосхеме нанесено несколько таких названий на п-ове Таймыр. На этом полуострове есть и берег Харитона Лаптева, найдите его в атласе на географической карте.

мовка близ устья р. Оленек. А потом снова плыли к восточному побережью Таймыра, пока путь судну не преградили льды. Обессиленный жестокой болезнью — цингой, Прончищев погиб на обратном пути к месту прежней зимовки. Умерла и его жена, стойко переносившая все тяготы и лишения. Командование отрядом принял штурман Семен Челюскин.

В 1739 г. дубель-шлюпка вновь вышла в море с целью пройти от Лены до Енисея. Отрядом командовал вновь назначенный лейтенант Харитон Лаптев, помощником его был Челюскин. И опять короткое летнее плавание и долгая томительная зимовка (возле устья р. Хатанги). И снова плавание и неравная борьба со льдами близ побережья Таймыра.

Последняя, самая трудная часть героической эпопеи наступила, когда дубель-шлюпка погибла. Потерпев кораблекрушение, люди перетащили на берег по льду уцелевшие грузы. Было решено продолжать работу. Так постепенно возникала на карте линия Таймырского побережья.

Семь лет спустя после начала работы по описанию берега на запад от Лены появился на карте крайний северный мыс Азиатского материка. Его достиг штурман Челюскин. Он шел к нему с двумя спутниками от устья р. Хатанги. Скользили по снегу запряженные собаками нарты. Каждый день появлялись новые записи в путевом журнале Челюскина. «Туман велик, что ничего не видно»,— говорилось в одной из них. «Мятель великая...» — читаем в другой. Но и в туман, и в пургу, и в лютый мороз, изо дня в день повторялись в дневнике скупые слова: «Поехали в путь свой».

Наконец, 8 мая 1742 г. Челюскин записал, что достигнут мыс, дальше которого берег поворачивает на юг. В XIX в. этому мысу было присвоено имя его открывателя, и на карте с той поры он известен под названием мыс Челюскин.

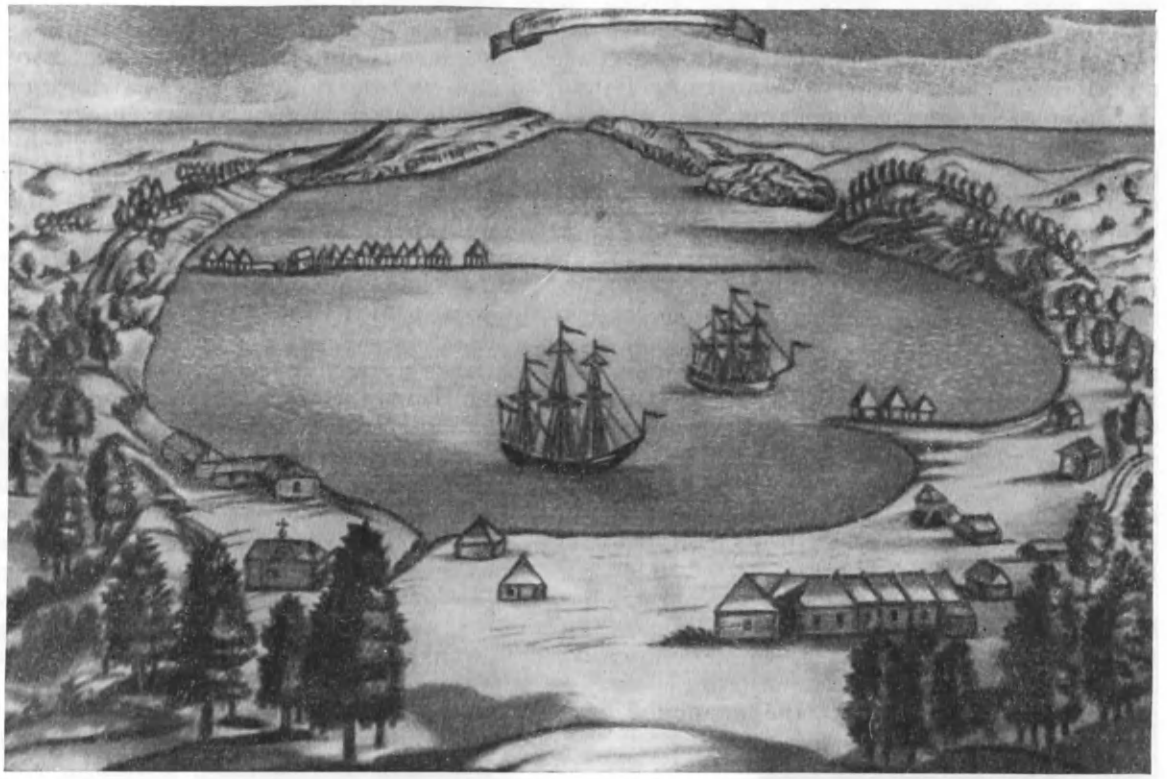
Большим подвигом участников тихоокеанских отрядов было достижение Американского материка. Постройка кораблей для этого плавания затянулась на годы. Наконец, летом 1740 г. спустили на воду в Охотской гавани пакетботы «Св. Петр» и «Св. Павел». Ранней осенью корабли отправились к Камчатке, обогнули южную ее оконечность и вышли в обширную и удобную для стоянки судов Авачинскую бухту на восточном берегу полуострова. На берегу этой бухты во время зимовки был заложен город и порт Петропавловск, названный так в честь кораблей.

5 июня 1741 г. корабли вышли в дальнее плавание. Пакетботом «Св. Петр» командовал Беринг. На борту его находился и натуралист Вильгельм Стеллер, посланный для участия в этом плавании Петербургской академией наук. Пакетботом «Св. Павел» командовал Чириков. Совместное плавание кораблей продолжалось около трех недель. Потом они потеряли из виду друг друга. Судьбы их сложились по-разному.

«Св. Павел» достиг Америки первым. В ночь на 16 июля под 55°36′ с. ш. моряки после полутора месяцев плавания увидели наконец гористый берег.

Это был один из островов, расположенных возле материка. Высадиться на американской земле не удалось. Посланная с людьми шлюпка не вернулась. Тщетно ждали возвращения и второй (последней на корабле) шлюпки, отправленной на розыски пропавших людей. Очевидно, обе лодки погибли в водоворотах, образуемых течением в этих местах.

У Чирикова и его спутников, лишившихся части экипажа, не было возможности пополнить запасы пищи и пресной воды, однако им все же удалось проделать обратный путь от американского берега до Камчатки. Путь был тяжелым: приходилось голодать, собирать во время дождей стекающую с парусов воду для утоления жажды, бороться со штормами и



Петропавловская гавань на Камчатке (старинный рисунок).

цингой. Зато мореплаватели сделали много открытий. Они видели тихоокеанскую окраину Америки, где к берегу подходили громадные горные хребты с обрывистыми снежными пиками, с ледниками, спускающимися к самому морю. Они видели не нанесенные на картах Алеутские о-ва, повстречали на них алеутов — народ, не известный европейцам до Второй Камчатской экспедиции. Алеуты с лицами, раскрашенными черной краской, в шляпах из древесной коры и рубашках, сшитых из китовых кишок, подъезжали к кораблю на обшитых тюленьей кожей байдарках.

В октябре 1741 г. корабль подошел к Авачинской бухте. Это было торжество мореходного искусства, мужества и воли людей. Большая заслуга в этом принадлежала командиру судна Чирикову, обеспечившему успешное плавание.

А вестей о корабле «Св. Петр» не было еще около года. Какие же испытания выпали на долю находившихся на нем моряков?

«Св. Петр» достиг американского берега 17 июля 1741 г. на широте 58°14′. Мореплаватели увидели на берегу горные хребты со снежными вершинами. Самую высокую вершину они назвали горой Св. Ильи (это одна из самых высоких вершин в Северной Америке). Двое суток корабль медленно плыл вдоль побережья, а затем натуралист Стеллер высадился на небольшой остров Каяк. Беринг разрешил ему провести на острове только шесть часов. Натуралист упрекал позже Беринга за поспешность, с которой тот отправился в обратное плавание. Но и за немногие часы пребывания на американской земле Стеллер успел сделать множество наблюдений над растительностью и животными острова. Обнаружил он и покинутое жилище людей — землянку в лесу.

Началось обратное плавание, оказавшееся несчастливым. Корабль попадал и в шторм, и в туманы, моряки болели цингой, многие из них умирали. Первым умер матрос Никита Шумагин. «Св. Петр» находился тогда у неизвестных ранее островов. Эти острова мореплаватели назвали в память умершего Шумагинскими. На пути были открыты и другие Алеут-

ские о-ва. Путешественники несколько раз встречали островитян.

А цинга свирепствовала все сильнее. Тяжело заболел ею и шестидесятилетний Беринг.

Корабль потерял ориентировку.

«...Мы испытывали самые ужасные бедствия... наш корабль плыл как кусок мертвого дерева, почти без всякого управления, и шел по воле волн и ветра, куда им только вздумалось его погнать»,— так лейтенант Ваксель описал трагическое плавание «Св. Петра».

Наконец, увидели землю, которую ошибочно приняли за Камчатку. Корабль потерпел крушение на подводных камнях возле этой земли. Кое-как высадились на берег. Вскоре выяснилось, что мореплаватели попали на необитаемый остров. На нем они провели мучительную зимовку. Беринг умер еще в начале ее. Впоследствии остров был назван именем Беринга, а вся группа островов, в которую он входит,— Командорскими.

Летом оставшиеся в живых люди разобрали на части поврежденный корабль и построили из них небольшое судно, на котором в августе 1742 г. добрались наконец до Камчатки.

Завершив плавание к американской земле,

Степан Петрович Крашенинников.

Чириков составил карту северной части Тихого океана. Экспедицией были открыты северо-западное побережье Америки, острова и архипелаги, проложен морской путь от Камчатки в Японию и исследован п-ов Камчатка. Начальником отряда по изысканию пути в Японию был М. П. Шпанберг.

Изучением Камчатки занимался Степан Петрович Крашенинников, создавший труд «Описание земли Камчатки». Путешествия Крашенинникова — примечательная страница в истории исследований нашей Родины. Ему довелось одному около четырех лет странствовать по громадному Камчатскому п-ову, изучая его удивительную природу: курящиеся сопки, горячие источники, реки, в которые несметными косяками заходит с моря рыба. Путешественник стал другом ительменов, издревле населявших Камчатский край. Он описал в своей книге их жизнь, нравы, обычаи. Труд Крашенинникова о Камчатке был одним из самых замечательных географических произведений XVIII в. Он не потерял своего значения и до сих пор.

Вторая Камчатская экспедиция продолжалась в общей сложности десять лет, с 1733 по 1743 г. Не только в XVIII, но и в XIX в. трудно назвать какую-либо еще экспедицию, такую важную по достигнутым результатам.

Во второй половине XVIII в. карта Арктики и северной части Тихого океана пополняется результатами новых исследований и открытий. На карту Арктики наносится Новосибирский архипелаг, известия о котором впервые были получены еще в 1710—1712 гг. от якутских казаков Вагина и Пермякова (они побывали на одном из этих островов, позднее названном Большим Ляховским).

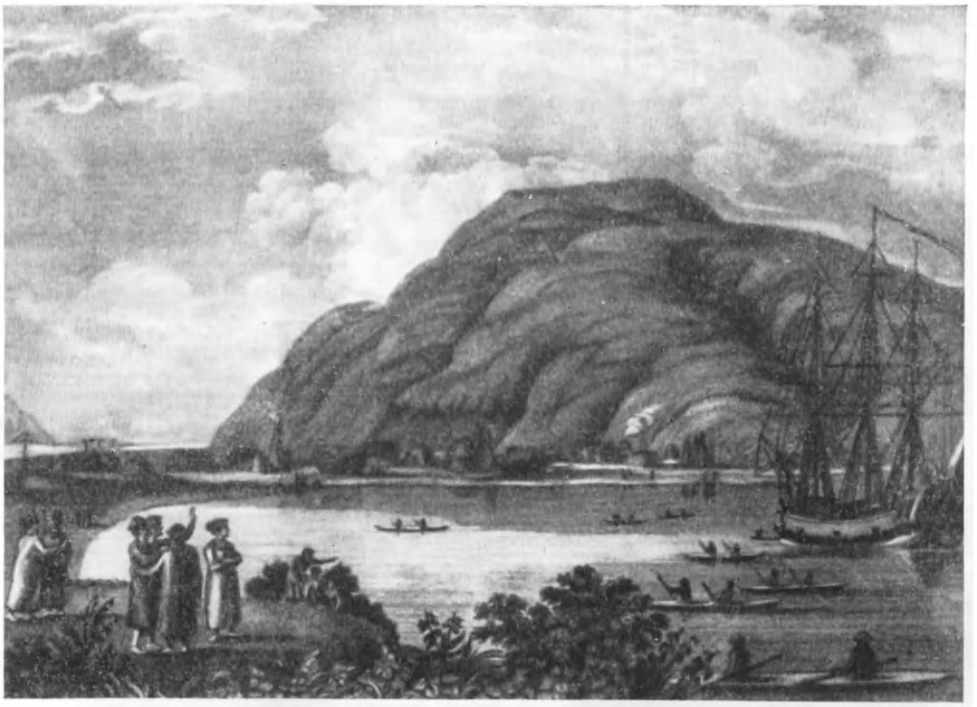
В начале 70-х годов XVIII в. на этих островах несколько раз бывал промышленник Иван Ляхов. По его имени южная часть архипелага получила название Ляховских о-вов.

Совершаются в это время и открытия неизвестных ранее частей побережья другого арктического архипелага — Новой Земли, южный остров которого уже много столетий назад был известен русским поморам. Около 1760 г. кормщик зверобойного судна Савва Лошкин обогнул Новую Землю с севера. В 1768—1769 гг. ее изучал штурман Федор Розмыслов.

Крупнейший ученый XVIII в. Михаил Васильевич Ломоносов писал о важности исследований Арктики, о том, что русским мореходам надлежит проторить путь через северные моря в Тихий океан.

Глубоким убеждением, что Северный морской путь будет открыт русскими мореходами, проникнуты поэтические строки Ломоносова:

Напрасно строгая природа
От нас скрывает место входа
С брегов вечерних на восток.
Я вижу умными очами,
Колумб Российский между льдами
Спешит и презирает рок.



Первое постоянное русское поселение в Америке на острове Кадьяк, основанное Г. И. Шелиховым.

Великому русскому ученому принадлежит специальная работа, в которой он обосновал возможность плавания из Северного Ледовитого океана в Тихий. Она называется «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию». Эта работа далеко опередила свое время. В ней Ломоносов впервые научно разработал идею открытия и освоения Северного морского пути. Он сделал выдающиеся по своему значению для науки выводы о свойствах и происхождении полярных льдов и о других особенностях арктической природы. Не подтвердилось только предположение Ломоносова, что в глубине полярного бассейна, вблизи полюса, летом отсутствуют тяжелые льды. Уже в самом конце XIX столетия было установлено, что Северный Ледовитый океан покрыт льдами и в своей центральной части.

В истории открытий осталась память о двух плаваниях в 60-х годах XVIII в. под начальством В. Я. Чичагова. Замысел этих плаваний принадлежит М. В. Ломоносову. Цель их состояла в том, чтобы пройти от Архангельска на север в глубь Центрального полярного бассейна и далее плыть по «Северному океану» в Тихий океан до самой Камчатки. Пробиться на север дальше 80°30′ с. ш. Чичагову не удалось, но и эта широта была впервые достигнута парусными кораблями.

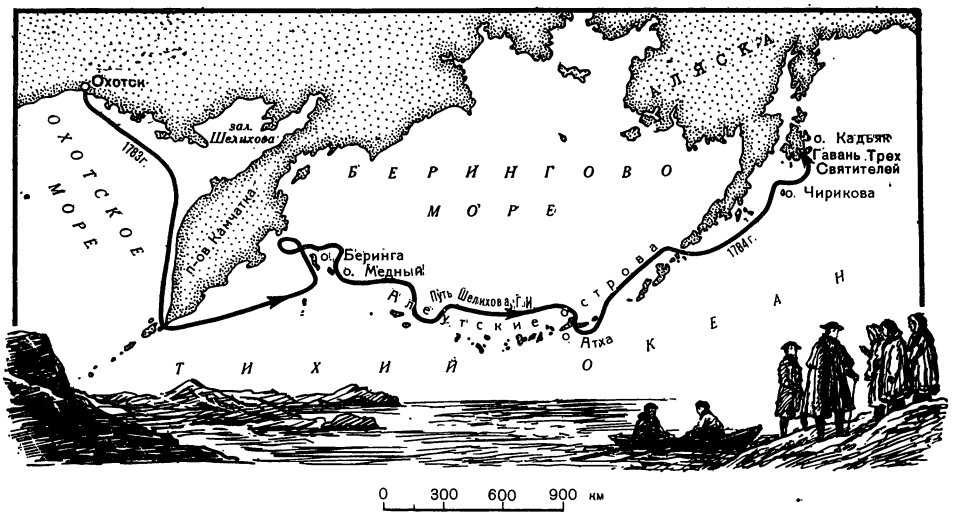
Во второй половине XVIII столетия на карту наносятся новые земли и в северной части Тихого океана. К Алеутским о-вам приплывают один за другим русские мореходы, промышляющие песца и морского котика. Они открывают все новые острова и целые островные группы, принадлежащие громадной Алеутской гряде, которая, как известно ныне, протянулась более чем на 1800 *км*. По имени одного из таких мореходов — Андреяна Толстых — большую группу островов стали называть Андреяновскими. Продолжает открытие Алеутских о-вов специальная экспедиция Креницына и Левашова в 1766—1769 гг.

Русские промышленники достигают и крупного острова Кадьяк, расположенного близ побережья Аляски. В 1783 г. купец Григорий Иванович Шелихов основал на Кадьяке постоянное русское поселение, а затем приступил к созданию поселений на самой Аляске.

Так началось присоединение Аляски к российским владениям. Г. И. Шелихов, а также Александр Андреевич Баранов, назначенный в конце XVIII в. главным правителем Русской Америки, сделали многое для исследования

северо-западной части Американского континента, в особенности для создания правильной географической карты Аляски.

С 1785 по 1793 г., восемь лет, проводила исследования в Арктике и в северной части Тихого океана экспедиция И. И. Биллингса — Г. А. Сарычева. Выдающийся гидрограф Сарычев составил на их основании ценные карты и описания Алеутских о-вов, отдельных частей Берингова и Охотского морей, побережья северо-восточной Сибири и берегов Аляски. Описания многолетних трудов экспедиции, сделанные Сарычевым, послужили образцом для русских мореплавателей позднейшего времени.



Маршрут плавания Г. И. Шелихова.

Во второй половине XVIII в. в водах северной части Тихого океана появляются английские и французские суда, совершающие кругосветные плавания. Но об этих замечательных плаваниях расскажем особо. Большинство плаваний вокруг света в XVIII в. сопровождалось большими открытиями не столько на севере, сколько в тропиках и в умеренных широтах Тихого океана.

ВОКРУГ СВЕТА И В ПОИСКАХ ЮЖНОГО МАТЕРИКА

Ряд тихоокеанских островов и архипелагов посещались экспедициями уже в XVI и XVII столетиях и были нанесены на карту. Но нередко эти земли снова терялись, так как их открыватели еще не умели точно определять географическое положение найденных островов. Широту уже издавна устанавливали приблизительно верно. При определении же долготы ошибки нередко достигали многих сотен километров.

На картах, особенно Тихого океана, было немало неразберихи. Пользуясь этими картами, мореплаватели, например, около двухсот лет тщетно разыскивали Соломоновы о-ва. Точно определять долготу научились лишь в XVIII в.

С этих пор затерявшиеся в Тихом океане острова постепенно занимают свои места на географической карте. Открываются новые архипелаги, на которые не ступала еще нога европейца.

Но на какой бы крупный остров ни высаживались европейские моряки, везде они были не первыми, а вторыми. Их встречали островитяне, давнишние обитатели этих земель. До сих пор ученые отвечают по-разному на запутанный и сложный вопрос, откуда впервые пришел человек к островам Тихого океана.

Так, например, о-в Пасхи, который европейцы впервые посетили еще в XVIII в., с тех пор и вплоть до нашего времени возбуждает споры ученых.

В 1722 г. голландский мореплаватель Якоб Роггевен в поисках неизвестного в то время Южного материка достиг берегов одинокого острова, расположенного в полутора тысячах миль от побережья Южной Америки. Он назвал эту землю о-вом Пасхи. С удивлением Роггевен и его спутники заметили на берегу громадные статуи, в пять-шесть раз превышающие рост человека. Кто и когда их высек из камня и какими орудиями воздвиг на этом маленьком клочке суши, затерявшемся среди водной пустыни? И до нашего времени эта тайна не разгадана до конца. Эти удивительные памятники, уцелевшие на острове, наглядно свидетельствуют о том, что история открытия человеком земель среди Тихого океана уходит в глубь многих столетий и что далеко не все страницы этой истории полностью прочитаны и поныне. Пер-

вые плавания европейцев — сравнительно поздняя глава этой истории. Но в результате этих плаваний впервые создается географическая карта Тихого океана в целом, со всеми его островами и архипелагами.

В XVIII в. в наиболее значительных плаваниях все чаще принимают участие ученые. Астрономия вооружает мореплавателей более точными способами определения географических координат, неизвестными в прошлом Колумбу и Магеллану и их ближайшим последователям.

Что касается правительств европейских держав и торговых компаний, снаряжающих тихоокеанские экспедиции, то создание карт и открытие новых земель интересует их по вполне определенным причинам. Ими движет жажда наживы, желание получить доступ к богатствам далеких стран, неизвестных еще европейцам.

Кругосветные плавания в XVIII в. были еще настолько трудными, долгими и опасными, что о каждом из них сохранилась в истории мореплавания прочная память. Большими географическими открытиями и исследованиями особенно замечательны путешествия английского мореплавателя Джемса Кука, а также французских моряков Луи Антуана Бугенвиля и Жана Франсуа Лаперуза.

Первое французское кругосветное плавание под командованием Бугенвиля в 1766—1769 гг. примечательно тем, что в нем принимали участие ученые. Экспедиция сделала много открытий в тропических водах Тихого океана. Среди них был и вторично отысканный (спустя 200 лет после открытия его испанцем Менданьей) архипелаг — Соломоновы о-ва. Самый крупный остров этого архипелага назван именем Бугенвиля. Побывала экспедиция и на о-ве Таити (годом ранее на нем побывал английский мореплаватель Уоллис). Бугенвиль красочно описал прекрасную природу острова и своеобразный быт таитян.

Жители Таити были искусными моряками и совершали далекие плавания к другим островам. «Во время такого плавания, дальность которого иногда превышает 300 лье (т. е. более 1350 *км*), земля совсем теряется из виду. Днем компасом им служит Солнце, а ночью — звезды, которые между тропиками всегда чрезвычайно ярки»,— рассказывает Бугенвиль.

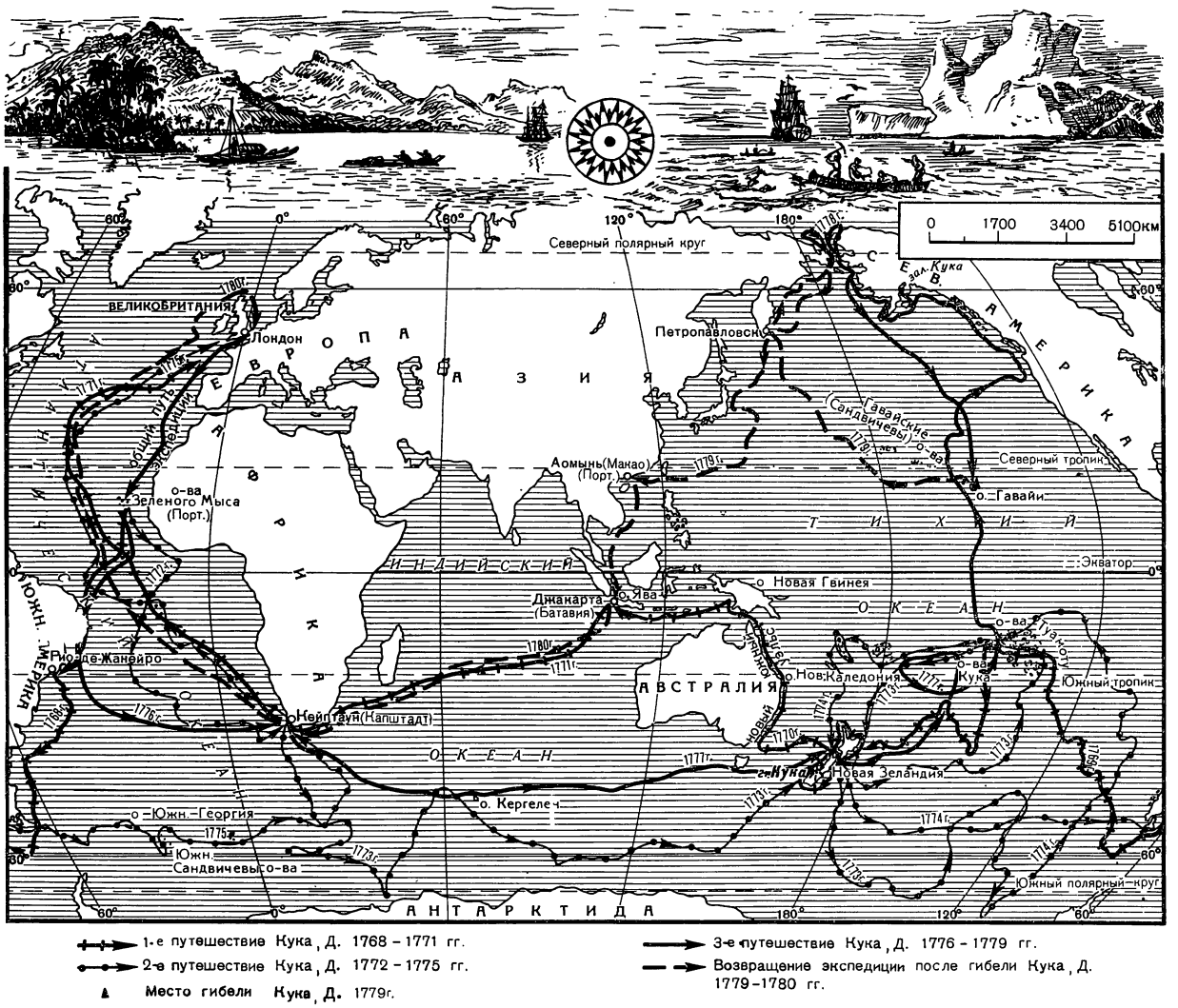
В 1768 г., когда продолжала еще путешествовать французская экспедиция, от берегов Англии отплыл небольшой трехмачтовый парусник «Эндевор» под командованием Джемса Кука. Это было первое из прославивших его кругосветных плаваний. Объявили, что корабль уходит в экспедицию в Тихий океан для астрономических наблюдений над прохождением планеты Венеры через солнечный диск.

Но, кроме этого официального задания, Кук получил еще и другое, которое английское правительство предпочитало не разглашать, чтобы не привлекать к экспедиции внимания соперничающих держав. Главной целью его путешествия было открытие и присоединение к британским владениям «Терра Австралис Инкогнита», все того же неведомого Южного материка, который на протяжении столетий тщетно разыскивали испанцы, португальцы, голландцы, а позднее англичане, французы...

Путешествие Кука длилось три года. Он завершил открытие Новой Зеландии, начатое еще за сто лет до него голландской экспедицией

Джемс Кук.

Тасмана. Обойдя вокруг северного и южного островов Новая Зеландия, Кук тем самым окончательно доказал, что это островная суша, а не выступ неведомого Южного материка, как некогда думал Тасман. Экспедиция впервые нанесла на карту восточное побережье Австралии к югу от 38° с. ш. и сделала ряд других открытий. Но таинственного Южного материка, ускользавшего сотни лет от настойчивых искателей, мореплаватель не нашел. Очевидно, розыски надо было вести где-то южнее. И вот в 1772 г. Кук отправился снова в путь на поиски неуловимого континента.



Маршруты плаваний Джемса Кука.

Во втором кругосветном плавании Кука участвовали немецкие натуралисты Иоганн и Георг Форстеры (отец и сын). Они собрали большие коллекции, сделали множество наблюдений над природой встречавшихся на их пути островов и обычаями островитян. Георг Форстер красочно описал это плавание. Обстоятельное описание его оставил и Кук. Путешественники плыли на двух кораблях. В результате трехлетних работ экспедиции на географической карте появились неизвестные ранее острова. Самый большой из них Кук назвал Новой Каледонией. Двум группам островов в Океании позднее было присвоено имя Кука. Экспедиция уточнила географические координаты многих уже посещенных европейскими моряками земель и основательно исправила карту.

Впервые в истории мореплавания корабли экспедиции пересекли Южный полярный круг, но и за его пределами не обнаружили неведомого материка. О своем путешествии Кук писал: «Я смело могу сказать, что ни один человек никогда не решится проникнуть на юг дальше, чем это удалось мне. Земли, что могут находиться на юге, никогда не будут исследованы...» Как известно, Кук все же ошибся. Антарктиду открыла полвека спустя после его путешествия русская экспедиция Фаддея Фаддеевича Беллинсгаузена и Михаила Петровича Лазарева.

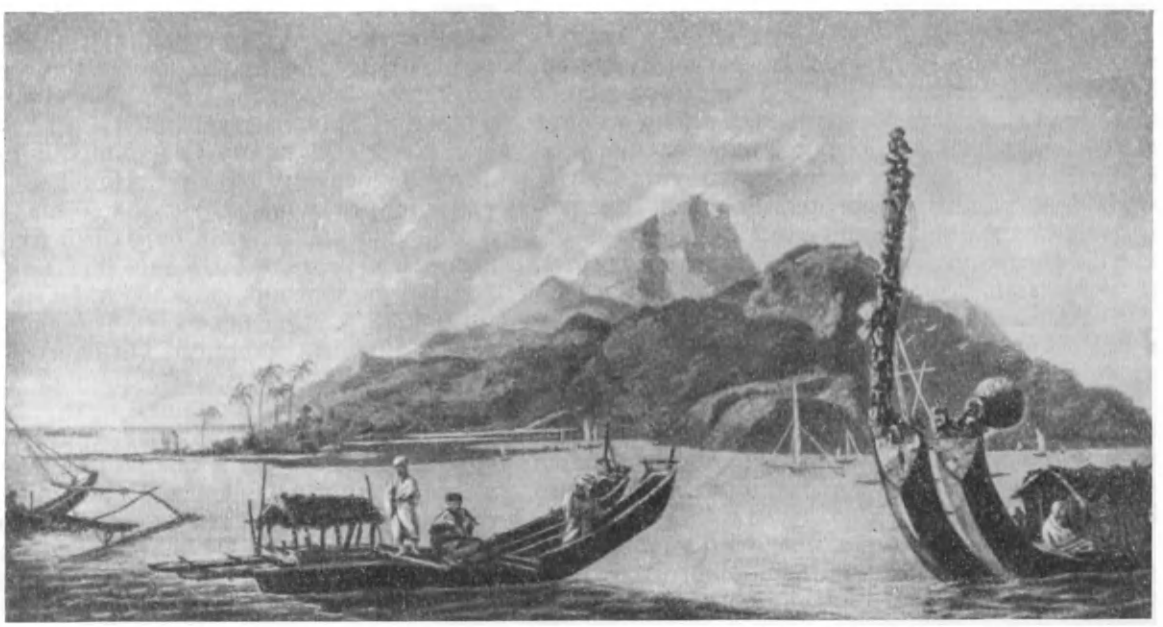
В 1776 г. Кук отплыл в третье путешествие вокруг света. На этот раз главной целью были поиски северо-западного прохода, т. е. пути, соединяющего на севере, в обход Американского континента, Тихий и Атлантический океаны. Найти такой путь экспедиция не смогла, но сделала немало открытий, из которых особенно важным было открытие Гавайских о-вов. Хотя эти острова и были уже один раз достигнуты испанцами в XVI в., но до плавания Кука они оставались почти неизвестными европейцам.

На самом большом из Гавайских о-вов — о-ве Гавайи — Кук погиб в стычке с местными жителями. Это был выдающийся исследователь, смелый моряк, но, подобно многим другим открывателям заморских земель, служил колонизаторам, объявляя открытые им побережья Австралии и тихоокеанские острова владением английской короны.

Жан Франсуа Лаперуз.

По-иному вел себя в кругосветном плавании (началось в 1785 г.) французский моряк Франсуа Лаперуз. В путевом дневнике его находим такие необычные для того времени размышления: «Каким образом такая случайность, как посещение чужеземного корабля, может послужить основательным поводом к тому, чтобы отнять у злополучных островитян землю, которой с незапамятных времен владели их предки, орошая ее своим трудовым потом». «Этот обычай европейских мореплавателей в высшей степени нелеп». Лаперуз не стал следовать такому обычаю.

Экспедиция Лаперуза продолжала уточнять карту тропической Океании, занималась исследованиями тихоокеанского побережья Северной Америки и Азиатского материка. Путешественник плавал у берегов Сахалина (ошибочно принятого им за полуостров), вдоль Курильских о-вов, побывал и на Камчатке. Из Петропавловска-Камчатского Лаперуз послал через Рос-



Вид острова Таити. Во время плаваний в южной части Тихого океана Кук останавливался на этом острове.

сию в Париж с картами и путевыми записями участника экспедиции Лессепса. Это был единственный человек из всех участников экспедиции, которому довелось вернуться на родину.

Корабли экспедиции Лаперуза пропали без вести на третьем году после отбытия из Франции. Только спустя 40 лет выяснилось, что они потерпели крушение и погибли близ тихоокеанского острова Ваникоро в группе о-вов Санта-Крус (к юго-востоку от Соломоновых о-вов).

В результате трудов кругосветных мореплавателей XVIII столетия десятки океанических островов и архипелагов заняли свои места на карте, но достичь последнего континента Земли — Антарктиды — мореплавателям еще так и не удалось.

ВО ВНУТРЕННИХ ОБЛАСТЯХ КОНТИНЕНТОВ

На любой карте мира, начерченной два-три столетия назад, мы найдем обширные «белые пятна» внутри материков: Австралии, Африки, Америки и во многих частях громадной Евразии. Зачастую эти «белые пятна» не сразу заметны. Картографы заполняли их в старину по догадкам, произвольно вычерчивая хребты, фантастические озера и реки. Но с каждым столетием карты принимали более близкий к истине вид.

О самом маленьком континенте — Австралии — рассказывать почти ничего не придется. В XVIII в. исследование ее ограничивалось в сущности лишь побережьями. Только в конце этого века удалось закончить определение контуров Австралийского материка и установить, что Тасмания не полуостров, а остров, отделенный от Австралии проливом. Внутренние области Австралии, ее озера, горные хребты, реки появились на карте уже в XIX в.

Особенно много открытий было сделано в XVIII в. в глубине Североамериканского материка.

Начало этим открытиям положили французские и английские охотники за пушным зверем и торговцы пушниной, проникавшие все дальше на запад от побережья Атлантики к побережью Тихого океана.

Эти «лесные бродяги» красочно изображены на страницах романов американского писателя Фенимора Купера. Появление на географических картах неизвестных ранее европейцам рек и озер означало обычно, что на этих реках лилась кровь и истреблялись индейские племена. Недаром любимый герой Купера Натаниэль Бампо, друг индейского племени делаваров, прозванный в молодости Зверобоем, а позже — Соколиным Глазом и Кожаным Чулком, говорил, очутившись на берегу одного из прекрасных озер в лесной чаще: «Я рад, что у этого озера еще нет имени... по крайней мере имени, данного бледнолицыми, потому что если они окрестят по-своему какую-нибудь местность, то это всегда предвещает опустошение и разорение...»

Из различных путешествий, способствовавших созданию правильной карты внутренних областей Североамериканского материка, выделяются экспедиции Самуэля Херна и Александра Макензи. И тот и другой добрались до побережья Северного Ледовитого океана, а Макензи достиг и тихоокеанских берегов. Оба они были служащими английской «Компании Гудзонова залива», основанной еще в XVII в. Эта торговая компания занималась главным образом скупкой пушнины и поисками рудных месторождений. Агенты ее проникали все дальше в глубь континента.

В 1789 г. Александр Макензи с небольшим отрядом добрался до Большого Невольничьего озера, которое уже посещали торговцы пушниной. Путешественники поплыли на четырех лодках по реке, вытекающей из этого озера. Куда течет эта река, тогда еще не было толком известно, но на некоторых картах ее изображали впадающей в Тихий океан. Плывя в западном направлении, путешественники надеялись выйти к Тихому океану. Но неожиданно река круто повернула на север. После долгого и трудного плавания Макензи убедился, что они приближаются к «Великому Северному морю» (Северному Ледовитому океану). Наконец, вдали они увидели это море. Провизия была на исходе, и Макензи поспешил в обратный путь. А река, которая перестала быть загадкой для картографов, была названа впоследствии р. Макензи.

В 1792 г. Макензи опять отправился в большой и трудный маршрут. Он пересек с востока на запад весь континент, пройдя свыше пяти тысяч километров. Его путь пролегал от р. Св. Лаврентия к оз. Атабаска, оттуда речными дорогами и по суше к Скалистым горам и дальше на запад к побережью Тихого океана. Такого большого маршрута не совершала в Северной Америке в XVIII в. ни одна экспедиция.

Из путешествий, совершенных в Южной Америке, достойна внимания большая Перуанская экспедиция, снаряженная французской Академией наук в 1736 г. Экспедиция должна

была провести специальные измерения, чтобы выяснить, как изменяется величина градуса меридиана на разных широтах, и тем самым точнее узнать, какова форма Земли. Одновременно с Перуанской экспедицией, работавшей возле экватора, измерения на севере производила другая экспедиция, направленная в Лапландию. После того как эти работы были закончены (а продолжались они очень долго — около девяти лет), начальник экспедиции Ла-Кондамин отправился в плавание вместе с несколькими спутниками-проводниками по р. Амазонке от ее верхнего течения до устья. Они плыли около четырех месяцев на плоту и проделали путь около четырех тысяч километров. Это было первое путешествие по Амазонке, совершенное ученым-исследователем.

В 1799 г. началось многолетнее путешествие в тропиках Южной Америки молодого немецкого натуралиста Гумбольдта (см. стр. 338).

«Белые пятна» на картах Африки сравнительно мало сократились в размерах на протяжении XVIII столетия. Картографам были известны главным образом окраины Африки, ее прибрежные земли. На этих землях разбойничали колонизаторы.

В глубь Африки европейцам удавалось проникать только изредка. В конце XVIII в. европейские колонизаторы уже готовились к захвату новых африканских земель. В Англии была создана «Африканская ассоциация» — общество для содействия исследованиям внутренних областей Африканского материка. Первые экспедиции, снаряженные этим обществом, относятся еще к концу XVIII столетия. Важнейшей из них была экспедиция на р. Нигер, которую совершил Мунго Парк, продолживший свои путешествия и в XIX в. (см. стр. 328).

В заключение расскажем еще о замечательных русских экспедициях, которые изучали в XVIII в. Каспийское море и многие земли нашей страны.

Для создания правильной карты Каспийского моря много сделали русские экспедиции, снаряженные на Каспий Петром I. В 1715 г. экспедиция Александра Бековича-Черкасского составила близкую к истине карту Каспийского моря. Другая также весьма ценная карта Каспия была составлена в 1719—1720 гг. гидрографами Карлом Верденом и Федором Ивановичем Соймоновым. В 1726 г. Соймонов обошел все побережье великого озера-моря. Ему принадлежит обстоятельное описание Каспия.

Почетное место в истории географических исследований принадлежит научным экспедициям второй половины XVIII столетия, снаряженным русской Академией наук. Эти экспедиции изучали и европейскую и азиатскую части нашей страны: и Русскую равнину, и Уральские горы, и Сибирь. Их пути протянулись от Белого до Каспийского моря, от берегов Невы до Байкала и Забайкалья. Мысль о больших экспедициях подобного рода принадлежала М. В. Ломоносову. Великий русский ученый сделал много для развития отечественной географии. Долгое время, вплоть до последних дней жизни, он возглавлял Географический департамент Петербургской Академии наук. Ломоносов неустанно призывал изучать природу и хозяйство России. Он настойчиво добивался снаряжения Академией наук экспедиций для географического изучения страны. Но это начинание не встретило при его жизни должного понимания и поддержки. Через несколько лет после смерти М. В. Ломоносова большие академические экспедиции все же были снаряжены. Непосредственный повод для их посылки дали астрономы, которые готовились наблюдать в 1769 г. прохождение Венеры через солнечный диск. При подготовке астрономических экспедиций было решено отправить одновременно в далекие пути ученых-натуралистов для исследования разных частей России, описаний природы, населения, хозяйства, поисков полезных растений, металличе-

Петр Симон Паллас.

ских руд, минералов и других природных богатств. Астрономы провели наблюдения в разных пунктах страны над планетой Венерой в день 3 июня 1769 г. и вернулись в столицу.

Путешествия же отрядов натуралистов длились еще несколько лет (с 1768 до 1774 г.). В колымагах и кибитках странствовали ученые сотни и тысячи верст. Наиболее значительными по достигнутым результатам оказались работы Ивана Ивановича Лепехина и Петра Симона Палласа.

Иван Иванович Лепехин.

Паллас, один из крупнейших натуралистов XVIII в., проделал громадный путь от волжских земель к забайкальским хребтам. Его спутниками были В. Ф. Зуев и П. П. Соколов, впоследствии известные ученые. Когда началось путешествие, Палласу было 26 лет, а Василию Зуеву шел всего пятнадцатый год. Это один из самых замечательных юных путешественников, когда-либо участвовавших в столь далеких и трудных маршрутах. В своем путевом дневнике Паллас писал, что за время долгой экспедиции он потерял здоровье и поседел. Труд Палласа повествует нам о Поволжье и Урале, об Алтае и Саянских горах, о далеком озере Байкал и Забайкалье.

Путешествие Лепехина и его молодого помощника Н. Я. Озерецковского длилось около пяти лет. Их пути пролегли от Балтийского моря до Каспия, а оттуда к Уральским горам и на крайний север страны, к побережью Белого моря. Обо всем виденном Лепехин рассказал в своем обширном труде «Дневные записки путешествия по разным провинциям Российского государства».

Описания Палласа, Лепехина и других участников экспедиций в 1768—1774 гг. и поныне сохраняют большую научную ценность. В них содержится множество самых разнообразных сведений о русской природе и хозяйстве России XVIII столетия. На их страницах оживают старинные города и селения. Тут и Архангельский край, и волжские земли, горнозаводский Урал и Сибирь, какими были они два столетия назад. Путешественниками были найдены многие неизвестные ранее виды растений, птиц, насекомых, описаны месторождения руд, реки, озера, строение горных хребтов.

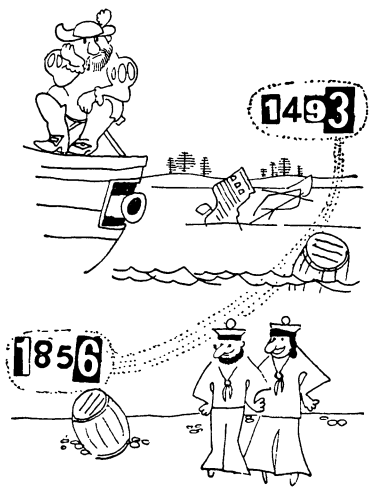
Отчеты русских академических экспедиций XVIII столетия напоминают нам прежде всего не об удивительных приключениях и нежданных открытиях, а об упорных исследованиях, неустанных трудах.

Бутылочная почта

Читатели романа Жюля Верна «Дети капитана Гранта», наверное, помнят, что сообщение о гибели судна «Британия» капитан Грант запечатал в бутылку и бросил в море. Бутылка долго носилась по волнам океана, прежде чем ее проглотила акула, потом акулу случайно убили и из желудка извлекли «почту».

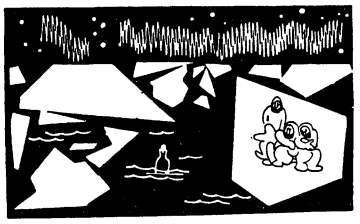
Во времена парусного флота океанские плавания длились годами и «бутылочная почта» пользовалась успехом в среде моряков. Почта эта была не особенно надежная и очень неаккуратная.

В XVI в. английская королева Елизавета учредила должность «откупорителя бутылок». За вскрытие найденной бутылки без участия этого чиновника виновнику грозила смертная казнь через повешение. Удивительная должность «откупорителя бутылок» продержалась около двухсот лет!



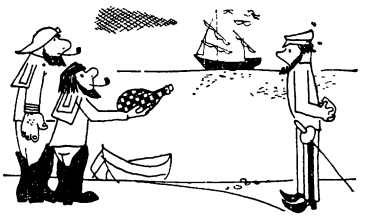
В 1856 г. бриг «Грифтен» встал на якорь у берега в районе Гибралтара. Капитан в шлюпке отправился на берег. Когда он возвращался, подул свежий ветер. Для большей устойчивости шлюпки матросы положили в нее несколько камней. Вместе с камнями в шлюпку попал обросший ракушками бочонок. В нем оказался кокосовый орех, залитый смолой, а в орехе— пергамент с сообщением Христофора Колумба королю и королеве Испании о гибели каравеллы «Санта-Мария» и о бунте на каравелле «Нинья».

Письмо Колумба попало в руки людей с опозданием на 363 года. В 1904 г. полярная экспедиция



Болдвина бросила в море бутылку с призывом о помощи. Экспедиция благополучно вернулась на родину. Болдвин умер в 1933 г., а его бутылка была обнаружена в 1949 г.

В наше время «бутылочная почта» служит для изучения морских течений. Для этой цели исследователи океанов используют тысячи бутылок. В каждую бутылку кладут открытку с просьбой послать ее в адрес отправителя, указав место и время находки. Зная начальное и конечное место путешествия бутылки, можно



нанести на карту направление течения, а иногда рассчитать его среднюю скорость.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ XIX—XX ВЕКОВ

На карте мира конца XVIII — начала XIX в. правильно показаны очертания Европы, Азии, Африки; за исключением северных окраин, верно изображена Америка; без больших ошибок очерчена Австралия. Нанесены на карту главнейшие архипелаги и крупнейшие острова Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

Но внутри материков значительная часть поверхности обозначена на карте «белыми пятнами». Неизвестными для картографов были обширные и безлюдные полярные области, почти три четверти Африки, около трети Азии, почти вся Австралия, значительные области Америки. Все эти территории получили достоверное отображение на карте лишь на протяжении XIX столетия и в начале нашего века.

Крупнейшим географическим достижением XIX столетия было открытие последнего, шестого материка Земли — Антарктиды. Честь этого открытия, совершенного в 1820 г., принадлежит русской кругосветной экспедиции на шлюпах «Мирный» и «Восток» под командованием Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева (см. стр. 364).

При создании современной карты обобщались картографические знания и географические сведения различных народов и разных эпох. Так, для европейских географов XIX в., изучавших Центральную Азию, большую ценность имели старинные китайские карты и описания, а при исследовании внутренних областей Африки они пользовались старинными арабскими источниками.

В XIX в. начался новый этап в развитии географии. Она стала не только описывать земли и моря, но и сравнивать явления природы, искать их причины, открывать закономерности различных природных явлений и процессов.

На протяжении XIX и XX столетий были сделаны крупные географические открытия, достигнуты немалые успехи в изучении нижних слоев атмосферы, гидросферы, верхних слоев земной коры и биосферы.

МИРОВОЙ ОКЕАН

Наиболее яркие страницы в истории морских путешествий первой половины XIX в.— русские кругосветные плавания. Они были вызваны необходимостью охранять и снабжать продовольствием и товарами дальневосточные окраины нашей Родины и русские владения в Америке.

Русские промышленники на Алеутских о-вах и в Русской Америке (на северо-западных берегах Северной Америки) успешно добывали ценную пушнину и морского зверя. Снабжение же русских поселений в Америке необходимыми товарами, доставка оборудования для строившихся там судов были затруднены. Промышленности на Дальнем Востоке да и в Сибири почти не существовало, и все нужное везли на подводах через всю Сибирь; этот путь продолжался не менее года. Перевозка на лошадях во много раз увеличивала стоимость товаров. Громоздкие предметы, например якоря и канаты, разрезали на части и в таком виде везли до Охотска, где снова соединяли, отчего прочность изделий сильно снижалась.

Русские поселения в Северной Америке

нередко испытывали острую нужду в хлебе и соли, в оружии и порохе, без чего невозможны были промысел морского зверя и охота. Добытую пушнину везли морем в Охотск, затем на лошадях через Якутск и Иркутск в русский пограничный с Китаем город Кяхту, где меха охотно покупали китайские купцы. На этом долгом пути (порой до двух лет) товары портились, расхищались—словом, убытки были велики. Надо было наладить доставку грузов морским путем, более быстрым и несравненно более дешевым.

Кроме того, наши американские поселения были совершенно беззащитны, а богатые пушные промыслы возбуждали зависть соседей — англичан и испанцев, утвердившихся в Северной Америке. Они всячески стремились выжить русских из Америки и с Алеутских о-вов, подстрекали индейские племена к нападению на русские поселения, тайком снабжали индейцев оружием, перекупали пушнину. Чтобы пресечь эти враждебные действия, необходимо было постоянное или хотя бы временное присутствие в Русской Америке наших военных кораблей.

В связи с этим была снаряжена первая русская кругосветная экспедиция на кораблях «Надежда» и «Нева». Командование «Надеждой» и руководство всей экспедицией было поручено капитан-лейтенанту Ивану Федоровичу Крузенштерну, «Невой» — капитан-лейтенанту Юрию Федоровичу Лисянскому. Помимо доставки товаров на Аляску и вывоза мехов для продажи в Китае, экспедиция должна была установить торговые отношения с Японией, одним из ближайших соседей России на Тихом океане. Кроме того, в задачу экспедиции входили географические открытия и исследования. Для этого в ее состав включили ученых — астронома, двух естествоиспытателей и доктора.

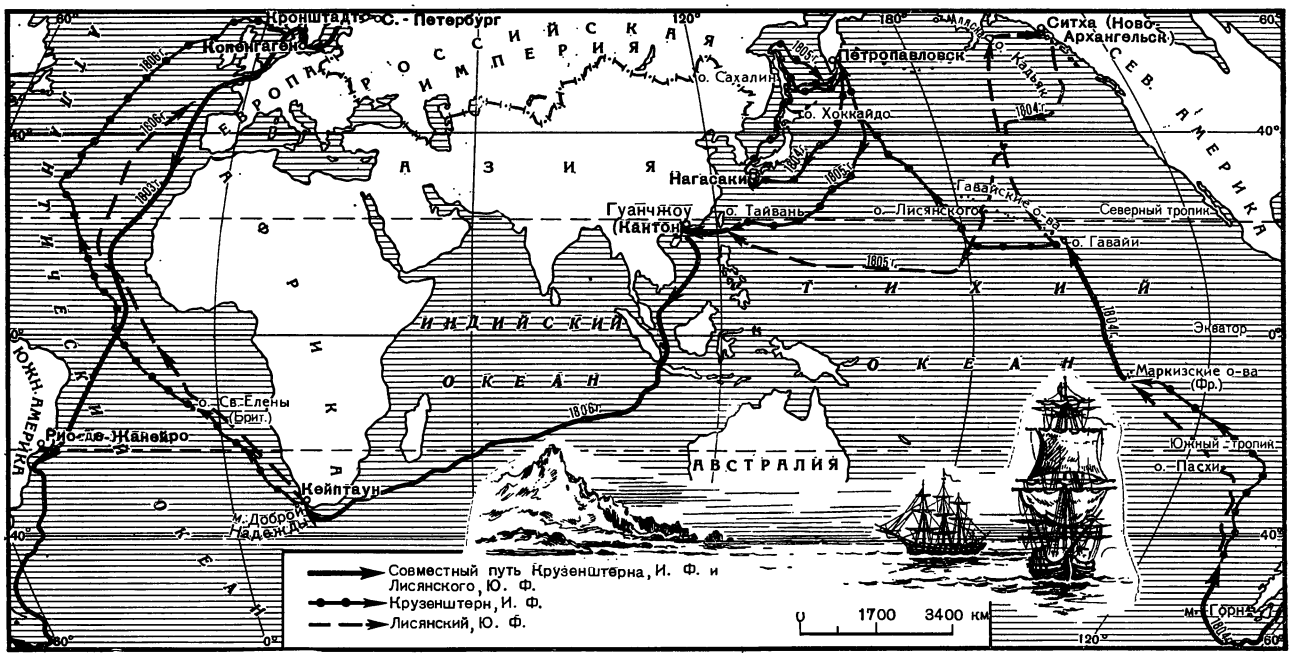
Иван Федорович Крузенштерн и Юрий Федорович Лисянский.

26 июля 1803 г. экспедицию торжественно проводили жители Кронштадта и команды русских и иностранных судов, стоявших на рейде.

«Надежда» и «Нева» пересекли Атлантический океан и, обогнув мыс Горн, вышли на просторы Тихого океана. У Гавайских о-вов корабли разъединились: «Надежда» пошла в Петропавловск-Камчатский, а «Нева» направилась в Русскую Америку.

Свыше года «Нева» находилась в Русской Америке, и за это время моряки выполнили важные гидрографические работы: уточнили на карте положение берегов. Экипаж немало помог русским поселенцам в строительстве домов и в других хозяйственных делах. В новых местах дорога́ каждая пара умелых рук, а среди моряков были плотники, печники, кузнецы и другие умельцы. Пригодилась и военная выучка.

Незадолго до прихода «Невы» индейское племя колошей разрушило русское поселение на о-ве Ситха. Моряки помогли русским поселенцам на острове основать крепость, названную Ново-Архангельском. В дальнейшем



Маршрут первого русского кругосветного плавания кораблей «Надежда» и «Нева».

Ново-Архангельск стал административным центром Русской Америки.

Наконец, взяв полный груз шкурок морских бобров и котиков, черно-бурых лисиц и другую пушнину, «Нева» отправилась в обратный путь.

В сотнях миль от Аляски посреди Тихого океана мореплавателей подстерегала страшная опасность. Ночью корабль наскочил на коралловый риф у небольшого, не отмеченного ни на одной карте необитаемого острова. Лишь ценой больших усилий удалось сняться с мели и предотвратить гибель судна. Так был открыт остров, названный именем Лисянского.

Тяжелому испытанию подверглись моряки у Тайваня, где тайфун едва не потопил поврежденное судно. Тем радостнее была встреча с «Надеждой», которая уже с неделю ожидала «Неву» в Кантоне.

«Надежда» после разлуки с «Невой» побывала в Петропавловске-Камчатском, где выгрузила свои товары, а затем в японском порту Нагасаки. Здешние власти недружелюбно встретили наших мореплавателей. В этот период Япония жила замкнуто и не хотела иметь сношений с другими государствами. Более полугода простояла «Надежда» в Нагасаки, но русскому посланнику Резанову не удалось договориться с японским правительством об установлении дипломатических отношений.

Возвращаясь на Камчатку, Крузенштерн описал западные берега Японии, а также некоторые острова Курильской гряды, где он обнаружил четыре каменные скалы, у которых «Надежда» едва не погибла. Крузенштерн назвал эти скалы «Каменными ловушками».

Пополнив в Петропавловске запасы воды и провизии, Крузенштерн направился к Сахалину и впервые точно положил на карту его восточный берег. При попытке пройти Татарским проливом Крузенштерн встретил на пути обширную мель и пришел к неверному заключению, что Сахалин — полуостров. Эту ошибку исправил спустя почти полвека Г. И. Невельской (см. стр. 324).

Продав в Кантоне пушнину и купив чай, шелк, фарфор и другие китайские товары, Крузенштерн и Лисянский через Индийский и Атлантический океаны направились к берегам Родины. Первой 22 июля 1806 г. отдала якорь у Кронштадта «Нева». Ее плавание длилось почти три года. Через 16 суток закончила рейс и «Надежда».

Спустя год с небольшим на Дальний Восток был направлен шлюп «Диана» под командованием лейтенанта Василия Михайловича Головнина. Это путешествие началось в то время, когда сближение России с Францией обострило отношения между Россией

и Англией. Поэтому Головнин зашел в Портсмут и запасся специальным пропуском английского правительства. В этом документе говорилось, что поскольку «Диана» совершает плавание с научной целью, то она в случае войны Англии с Россией не будет задержана.

«Диана» направилась по маршруту «Надежды» и «Невы», но за мысом Горн попала в сильную бурю. Две недели моряки боролись со встречным, порой ураганным ветром. Видя, что дальнейшие попытки выйти на просторы Тихого океана грозят судну гибелью, Головнин повернул на восток с целью обогнуть мыс Доброй Надежды и достичь Дальнего Востока через Индийский океан.

У мыса Доброй Надежды «Диана», несмотря на предъявленный пропуск, была задержана английской эскадрой.

Плен «Дианы» продолжался 13 месяцев, и англичане считали, что побег русского судна невозможен. Но Головнин терпеливо выжидал темной бурной ночи, со штормовым ветром, дующим от берега в открытый океан. 16 мая 1809 г. в сумерках Головнин приказал обрубить якорные канаты и под штормовыми парусами вышел в бушующее море. Это был очень смелый, искусный и хорошо рассчитанный маневр.

Через три часа «Диана» неслась в океане под всеми парусами.

Опасаясь преследования, Головнин пошел сначала на юг до 40° ю. ш., а затем повернул на восток — в обход Австралии с юга.

После прихода в сентябре 1809 г. в Петропавловск-Камчатский Головнин плавал с грузами в Ново-Архангельск и выполнил некоторые гидрографические работы. В 1811 г. он получил из Петербурга приказ произвести опись Курильских и Шантарских о-вов, а также берегов «Татарии» (так тогда называли Приморье).

Во время этой описи Головнин с шестью членами экипажа был коварно захвачен японцами на о-ве Кунашир. Пленников перевезли на о-в Хоккайдо и в железных клетках возили из города в город, а затем заключили в тюрьму. С большим мужеством и стойкостью моряки перенесли неволю. Из плена их освободили только через два года и три месяца после неоднократных требований русского правительства и в результате настойчивости помощника Головнина лейтенанта Рикорда. Головнин привел «Диану» от японских берегов в Петропавловск, а отсюда он сухопутным путем вернулся в Петербург.

О своих путешествиях и приключениях В. М. Головнин написал три книги. Особенным успехом пользовалась книга, рассказывавшая о пребывании в плену у японцев. Она несколько раз переиздавалась и была переведена на иностранные языки. Из этой книги в Европе узнали много ценного о Японии.

Во время последующих русских кругосветных плаваний было сделано немало открытий, особенно в Тихом океане. Так, после плавания в 1815—1818 гг. брига «Рюрик» под командованием лейтенанта Отто Евстафьевича Коцебу увеличилось число известных Маршалловых о-вов и о-вов Туамоту. Экспедиция Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева на шлюпах «Мирный» и «Восток» в 1819—1821 гг. во время плавания в южном полушарии обнаружила самостоятельную группу из 17 островов, получившую название архипелага Россиян.

В 1823—1826 гг. на шлюпе «Предприятие» Коцебу, ставший уже капитан-лейтенантом, открыл еще несколько островов в группе Маршалловых и целый архипелаг, который он назвал именем Беллинсгаузена.

Немало открытий совершил прославленный русский мореплаватель-ученый Федор Петрович Литке. Свое знакомство с морем Литке начал в детстве с чтения книг. Особенно его поразило описание трагического плавания голландца В. Баренца к Новой Земле. Мальчик стал мечтать о раскрытии тайн этой суровой земли, которые не смог познать Баренц. Литке не подозревал тогда, что его заветное желание осуществится. Стремление Литке к морю особенно окрепло после того, как его сестра вышла замуж за морского офицера. Часто бывая у нее, он встречал моряков и с увлечением слушал рассказы о кругосветных плаваниях и открытиях островов. Сестра Литке жила в Кронштадте, и мальчик каждое воскресенье плавал к ней из Петербурга на каком-нибудь небольшом рейдовом судне. Он охотно помогал матросам ставить паруса и управлять судном. «Сам того не замечая,— рассказывал впоследствии Литке,— я делался помаленьку моряком».

В Отечественную войну 1812 г. Литке 14 лет был принят волонтером[1] в Гребную балтийскую флотилию. Когда ему исполнилось 15 лет, за храбрость в сражении с французами под Данцигом он был произведен в мичманы.

После войны Литке упорно изучает географию, астрономию, физику, навигацию и мечтает

[1] Волонтер — лицо, добровольно поступившее на военную службу.

о дальнем «вояже» (путешествии). В 1817 г. он получил назначение на шлюп «Камчатка», на котором В. М. Головнин отправился в новое кругосветное путешествие. Во время плавания, длившегося более двух лет, Литке прошел настоящую морскую школу. Головнин высоко оценил способности молодого офицера и рекомендовал его на пост начальника экспедиции для описи Новой Земли. Бриг «Новая Земля» вышел из Архангельска 15 июля 1821 г. Через несколько дней судно достигло Горла Белого моря, где чуть не погибло на мели, которая на официальных картах показана не была, но поморам была хорошо известна. Лишь самоотверженность экипажа, почти сутки героически боровшегося со стихией, предотвратила гибель судна. Банка была нанесена на карту и названа именем Литке. Мореплаватель не без горькой иронии говорил, что «если б прозорливые географы имели большую веру к грубым картам наших мореходов, то многих несчастий можно было избежать».

Федор Петрович Литке.

Литке еще трижды ходил к Новой Земле и написал книгу «Четырехкратное путешествие в Северный Ледовитый океан, совершенное на военном бриге «Новая Земля» в 1821—1824 гг.». Эта работа значительно расширила географические и гидрографические представления об Арктике.

Особенно важным для географии оказалось кругосветное плавание под командованием Литке на шлюпе «Сенявин» в 1826—1829 гг. В Каролинском архипелаге Литке открыл группу новых островов, которые, как и корабль, стали носить имя прославленного русского флотоводца адмирала Сенявина. Литке установил, что в целом архипелаг состоит из 46 групп, включающих до 400 островов с населением около 9000 человек. За время плавания Литке проводил измерения силы тяжести в ряде пунктов суши северного и южного полушарий. Его работы подтвердили, что Земля сплющена у полюсов. Полученная Литке величина сжатия Земли близка к установленной в наши дни. На «Сенявине» вели многочисленные магнитные наблюдения, которые были использованы для составления первой магнитной карты Тихого океана. Натуралисты экспедиции собрали коллекции зверей и птиц, гербарии, образцы горных пород, утварь и украшения жителей о-вов Океании и Чукотского п-ова. О своем путешествии на «Сенявине» Литке написал книгу, которая была переведена на многие языки. Этот труд был удостоен высшей премии Академии наук. Кроме того, капитан-лейтенант Литке стал первым среди военных моряков членом-корреспондентом Академии наук.

Важными открытиями сопровождались и последующие русские кругосветные плавания, по числу которых наша Родина превзошла в этот период такие морские державы, как Англия и Франция, вместе взятые. К середине

XIX в. русские совершили около 40 кругосветных и полукругосветных[1] плаваний. Во время этих плаваний было открыто и нанесено на карту около 100 неизвестных островов Океании.

Но мореплавателям XIX в. приходилось не столько открывать земли, сколько «закрывать» их. Взгляните на карту Тихого океана конца XVIII столетия и вы увидите десятки островов, показанных пунктиром или помеченных вопросом. Эти сомнительные земли нанесли на карты смелые, но не располагавшие точными навигационными приборами моряки XVII—XVIII вв. Такие земли или оказывались не в том месте, где были отмечены на карте, или не существовали вовсе.

Учитывая все эти «закрытия» и открытия новых островов, Крузенштерн в 1815 г. составил «Атлас Южного моря» (так называли Тихий океан). Это руководство для судовождения пополнялось при переизданиях новыми данными и служило морякам вплоть до XX в.

Очень важной для развития хозяйства и укрепления обороны наших дальневосточных окраин оказалась деятельность Геннадия Ивановича Невельского, командира транспорта «Байкал», доставившего в 1849 г. грузы из Кронштадта в Петропавловск-Камчатский. Исследуя Амур, Невельской опроверг утвердившееся мнение о недоступности устья реки для морских судов и доказал, что Сахалин отделен от материка судоходным проливом, названным впоследствии его именем. Эти географические открытия помогли освоению русскими огромных пространств Приморского края и о-ва Сахалин. Одновременно наш Дальний Восток получил защиту от иностранного вторжения.

Русские кругосветные плавания особенно много дали в познании природы Мирового океана. Уже на корабле «Надежда», кроме обычных для того времени измерений температуры поверхностного слоя воды, впервые исследовались с помощью специального термометра температуры воды на глубинах до 400 *м*. А во время плавания Коцебу на «Рюрике» измеряли температуру океана до глубины почти 2 тыс. *м*. Однако эти измерения не были точны, так как применяемые термометры не имели защитного устройства от давления воды. Поэтому чем больше была глубина, тем сильнее сжимался столбик ртути в термометре и, поднимаясь по шкале, показывал температуру воды выше действительной.

Первые достоверные измерения температуры глубинных слоев воды были произведены во время второго плавания Коцебу на шлюпе «Предприятие», в котором участвовал русский физик Э. Х. Ленц. Они стали возможны благодаря изобретенному Ленцем батометру. Этот прибор состоял из цилиндра с теплоизоляционной прокладкой и с герметически закрывающимися крышками-днищами. Опущенный на ту или иную глубину на тросе, он набирал воду и приносил ее без примеси вышележащего слоя воды и с той температурой, какая была на глубине, где брали пробу. Пользуясь батометром, Ленц и Коцебу установили, что даже в тропиках на больших глубинах температура воды всего около 2—3°.

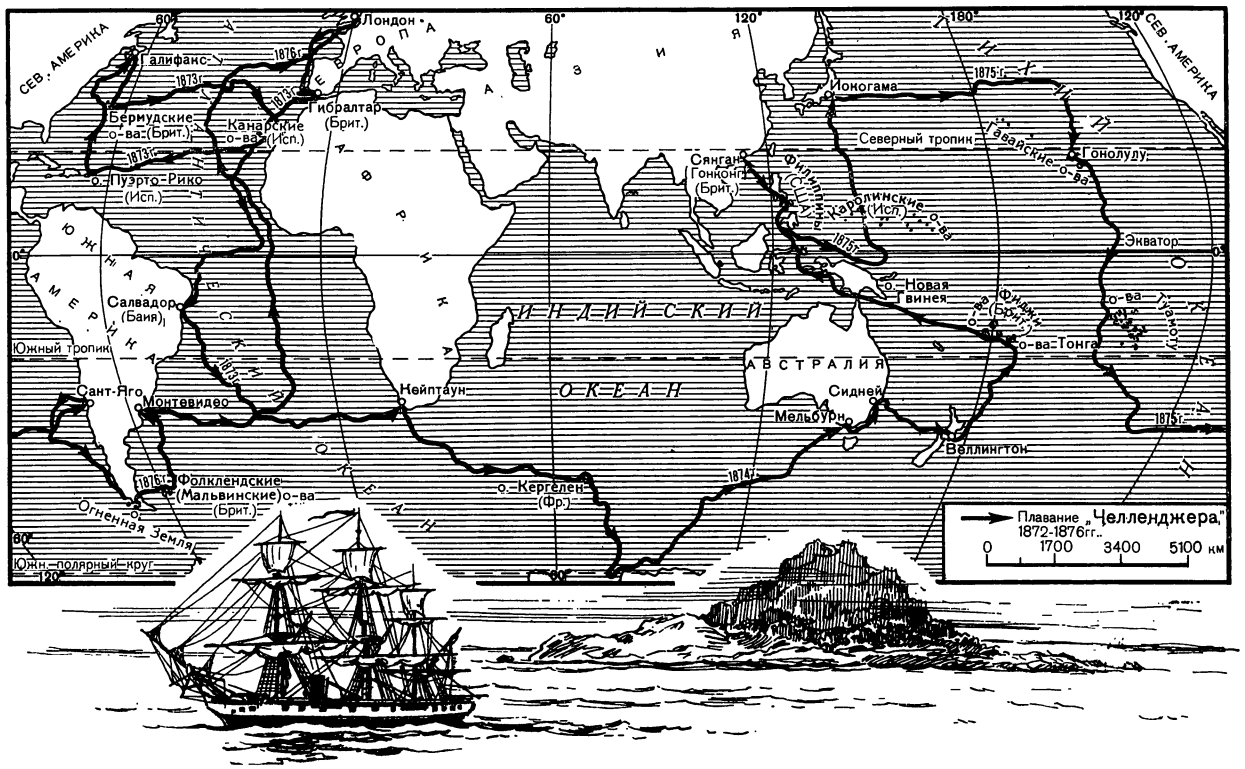
Во второй половине XIX в. русские плавания с Балтики на Дальний Восток почти прекратились в связи с началом Крымской войны, а затем — продажей царским правительством Аляски США.

Среди иностранных кругосветных экспедиций первой половины XIX в. своими географическими открытиями прославилась французская экспедиция на судне «Астролябия» в 1825 — 1829 гг. под командованием Жюля Себастьяна Дюмон-Дюрвиля. Во время этого путешествия были положены на карту северные берега о-вов Новая Зеландия и Новая Гвинея.

Особенно важное значение в истории науки имело кругосветное плавание английского корабля «Бигль» в 1831—1836 гг. под командованием Роберта Фиц-Роя. Экспедиция выполнила обширные гидрографические работы и, в частности, впервые подробно и точно описала большую часть Тихоокеанского побережья Южной Америки. На «Бигле» совершил путешествие знаменитый натуралист Чарлз Дарвин. Наблюдая и сравнивая природу различных областей Земли, Дарвин позже создал теорию развития жизни, обессмертившую его имя. Учение Дарвина нанесло сокрушительный удар по религиозным представлениям о сотворении мира и неизменности видов растений и животных (см. т. 4 ДЭ).

Во второй половине XIX в. начинается новый этап в изучении океана. В это время стали организовывать специальные океанографические экспедиции. Усовершенствовались техника и способы наблюдений физических, химических, биологических и других особенностей Мирового океана.

[1] При полукругосветных плаваниях корабли, достигнув Дальнего Востока, либо навсегда оставались там, либо возвращались на Балтику тем же путем, каким пришли.



Маршрут плавания «Челленджера».

Океанографические исследования широкого плана выполнила английская кругосветная экспедиция 1872—1876 гг. на специально оборудованном судне — парусно-паровом корвете «Челленджер». Всю работу вела ученая комиссия из шести специалистов во главе с начальником экспедиции шотландским зоологом Уайвиллом Томсоном. Корвет прошел около 70 тыс. морских миль. Во время плавания на 362 глубоководных станциях (местах, где корабль останавливался для исследований) измеряли глубину, брали пробы грунта и образцы воды с разных глубин, измеряли температуру воды на разных горизонтах, вылавливали животных и растения, наблюдали за поверхностными и глубинными течениями. В продолжение всего путешествия каждый час отмечали состояние погоды. Собранные экспедицией материалы оказались так велики, что для их изучения в Эдинбурге пришлось создавать специальный институт. В обработке материалов участвовали многие английские и иностранные ученые во главе с участником плавания Джоном Мерреем — редактором трудов экспедиции. Отчет о результатах исследований на «Челленджере» составил 50 томов. Завершить издание удалось только через 20 лет после окончания экспедиции.

Исследования «Челленджера» дали много нового и впервые позволили выявить общие закономерности природных явлений Мирового океана. Например, было установлено, что географическое распределение морских грунтов зависит от глубины океана и удаленности от берега, что температура воды в открытом океане везде, кроме полярных районов, от поверхности до самого дна непрерывно понижается. Впервые была составлена карта глубин трех океанов (Атлантического, Индийского, Тихого) и собрана первая коллекция глубоководных животных.

За плаванием «Челленджера» последовали другие экспедиции. Обобщение и сопоставление собранных материалов приводило к выдающимся географическим открытиям. Особенно ими прославился замечательный русский флотоводец и ученый-моревед Степан Осипович Макаров.

Степан Осипович Макаров.

Когда Макарову было 18 лет, он опубликовал первую научную работу об изобретенном им способе определения девиации [1] в море. В это время Макаров плавал на кораблях Балтийского флота. Одно из таких учебных плаваний в 1869 г. на броненосной лодке «Русалка» едва не закончилось гибелью судна. «Русалка» наскочила на подводный камень и получила пробоину. Судно было далеко от гавани и затонуло бы, но находчивый командир направил его на мель. После этого случая Макаров заинтересовался историей кораблекрушений и узнал, что от подводных пробоин погибло множество кораблей. Вскоре он нашел простой способ заделки пробоин с помощью особого парусинового пластыря, названного его именем. «Пластырь Макарова» стали применять на всех флотах мира.

Макаров разработал также конструкцию водоотливных систем и других аварийных устройств на кораблях и тем самым стал основоположником учения о непотопляемости судна, т. е. его способности оставаться на воде, имея пробоины. Это учение позднее развил знаменитый кораблестроитель академик А. И. Крылов.

Вскоре Макаров прославился как герой русско-турецкой войны 1877—1878 гг. Видя ее неизбежность, он добился перевода на Черное море еще до начала военных действий. По Парижскому мирному договору, заключенному после Крымской войны, Россия не имела права строить военные корабли на этом море до 1871 г. и поэтому создать здесь свой флот еще не успела. Иностранные военные специалисты предсказывали полную свободу действий турецкого флота на Черном море. Однако благодаря Макарову этого не случилось. Он предложил использовать быстроходные торговые суда как плавучие базы для беспалубных минных катеров. Пассажирский пароход «Великий князь Константин» Макаров превратил в грозное боевое судно. Катера спускали на воду и на них шли в минную атаку на неприятельские корабли. Макаров применил и новое боевое оружие — торпеду, т. е. самодвижущуюся мину. Степан Осипович уничтожил и повредил немало кораблей противника, в том числе и броненосных; его лихие рейды сковали действия турецкого флота и немало способствовали победе России в войне.

Минные катера, примененные Макаровым, стали родоначальниками нового класса кораблей — миноносцев.

После войны Степана Осиповича назначили командиром парохода «Тамань», находившегося в распоряжении русского посла в Турции. Судно стояло в Константинополе. Свободное время Макаров решил использовать для исследования течений в Босфоре. От турецких рыбаков он услышал, что в этом проливе есть глубинное течение из Мраморного моря в Черное, оно идет навстречу поверхностному течению из Черного моря. О глубинном течении не упоминалось ни в одной из лоций, его не показывали ни на одной карте. Макаров на шлюпке-четверке выходил на середину пролива, и матросы спускали на тросе наполненный водой бочонок (анкерок) с привязанным к нему тяжелым грузом. Это «прямо показало мне,— рас-

[1] Девиация — отклонение магнитной стрелки судовых компасов от направления магнитного меридиана под влиянием металлических частей корабля.

сказывал он,— что внизу существует обратное течение и довольно сильное, потому что анкерок в пять ведер воды был достаточен, чтобы заставить четверку двигаться против течения».

Убедившись в существовании двух течений, Макаров решил их тщательно изучить. В то время еще не умели измерять скорость глубинных течений. Степан Осипович изобрел для этого прибор, получивший вскоре широкое распространение.

Макаров провел тысячу измерений скорости течений в различных местах Босфора от поверхности до дна и сделал четыре тысячи определений температуры воды и ее удельного веса. Все это позволило ему установить, что глубинное течение вызывается разной плотностью вод Черного и Мраморного морей. В Черном море благодаря обильному стоку рек вода менее соленая, чем в Мраморном, а поэтому и менее плотная. В проливе на глубине давление со стороны Мраморного моря оказывается бóльшим, чем со стороны Черного, что и порождает нижнее течение. О своих исследованиях Макаров рассказал в книге «Об обмене вод Черного и Средиземного морей», которая в 1887 г. была отмечена премией Академии наук.

В 1886—1889 гг. Макаров совершил кругосветное плавание на корвете «Витязь». Плавание «Витязя» навсегда вошло в историю океанографии. В этом заслуга Макарова и увлеченных им на путь служения науке офицеров и матросов. Сверх положенной повседневной военной службы экипаж корвета участвовал в океанографических исследованиях. Уже первые наблюдения, сделанные на «Витязе» вскоре после выхода из Кронштадта, привели к интересному открытию. Было установлено характерное для Балтийского моря в летний период расслоение воды на три слоя: теплый поверхностный с температурой свыше 10°, промежуточный на глубине 70—100 *м* с температурой не больше 1°,5 и придонный с температурой около 4°.

В Атлантическом и Тихом океанах моряки «Витязя» успешно вели многосторонние наблюдения и, в частности, превзошли экспедицию на «Челленджере» в точности определения температур и удельного веса глубинной воды.

На Дальнем Востоке «Витязь» пробыл свыше года, совершив несколько рейсов в северной части Тихого океана, во время которых исследовались районы, еще не посещенные ни одним океанографическим судном. На Балтику «Витязь» вернулся через Индийский океан, Красное и Средиземное моря. Все плавание заняло 993 дня.

По окончании плавания Макаров тщательно обработал огромный материал наблюдений на «Витязе». Кроме того, он изучил и проанализировал судовые журналы всех кругосветных плаваний не только русских, но и иностранных судов. Степан Осипович составил карты теплых и холодных течений и специальные таблицы распределения температуры и плотности воды на разных глубинах. Он сделал обобщения, раскрывающие закономерности природных процессов Мирового океана в целом. Так, он впервые пришел к выводу, что поверхностные течения во всех морях северного полушария имеют, как правило, круговое вращение и направлены против часовой стрелки; в южном же полушарии течения движутся по часовой стрелке. Макаров верно указал, что причина этого — отклоняющая сила вращения Земли вокруг оси («закон Кориолиса», согласно которому все тела при движении отклоняются в северном полушарии вправо, в южном — влево).

Результаты исследований Макарова составили капитальный труд «Витязь» и Тихий океан». Эта работа была удостоена премии Академии наук и большой золотой медали Русского географического общества.

В 1895—1896 гг. Макаров, командуя уже эскадрой, вновь плавал на Дальнем Востоке и, как прежде, проводил научные наблюдения. Здесь он пришел к выводу о необходимости быстрейшего освоения Северного морского пути. Этот путь, говорил Степан Осипович, «вызовет к жизни дремлющий теперь Север Сибири» и свяжет центр страны с Дальним Востоком как кратчайшая, а одновременно и безопасная, далекая от иностранных владений морская дорога. Вернувшись в Петербург, Макаров обратился к правительству с проектом постройки мощного ледокола для исследования Арктики, но тупые царские чиновники всячески ему противодействовали. Тогда ученый выступил в Географическом обществе с докладом, в котором убедительно доказал, «что ни одна страна не заинтересована в ледоколах столько, сколько Россия». Виднейшие ученые, в том числе П. П. Семенов-Тян-Шанский и Д. И. Менделеев, решительно поддержали проект Макарова, и в октябре 1898 г. первый в мире мощный ледокол «Ермак», построенный по чертежам Макарова в Ньюкасле (Англия), был спущен на воду.

Летом 1899 г. «Ермак» под командованием Макарова совершил первое арктическое плавание. Он проник к северу от Шпицбергена и выполнил исследования в Ледовитом океане.

Новую славу принесло «Ермаку» спасение

броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», наскочившего во время снежной бури на камни у о-ва Готланд. Во время этой операции было впервые применено великое изобретение А. С. Попова — радио.

В 1904 г. началась русско-японская война. Вице-адмирал Макаров был назначен командующим Тихоокеанским флотом, действия которого из-за нерешительности бездарных предшественников Макарова ограничились пассивной обороной Порт-Артура. Стремясь внести перелом в ход военных действий, Макаров приступает к активным операциям, лично руководя боевыми походами соединений кораблей. 31 марта 1904 г. броненосец «Петропавловск», на котором Степан Осипович возвращался после отражения очередной атаки японских кораблей на Порт-Артур, подорвался на мине. Затонувший в течение нескольких минут броненосец стал могилой этого замечательного человека.

Исследования Макарова в Босфоре положили начало изучению Черного моря. В этом море в 1890—1891 гг. работала экспедиция под руководством профессора Морской академии Иосифа Бернардовича Шпиндлера. Экспедиция установила, что в Черном море до глубины 200 *м* вода имеет меньшую соленость, чем в нижележащих слоях, а на глубине свыше 200 *м* нет кислорода и образуется сероводород. В центральной части моря исследователи обнаружили глубины до 2000 *м*.

В 1897 г. экспедиция Шпиндлера исследовала каспийский залив Кара-Богаз-Гол и нашла в нем мирабилит — ценное химическое сырье.

В 1898 г. начала работу Мурманская научно-промысловая экспедиция. Она изучала возможности развития рыбных промыслов в Баренцевом море. Эту экспедицию, работавшую на научно-промысловом судне «Андрей Первозванный», возглавлял профессор, впоследствии почетный академик Николай Михайлович Книпович. Он был вице-президентом созданного в 1898 г. Международного совета по изучению морей для морских промыслов и выработки мер охраны естественных богатств моря от хищнического истребления.

Мурманская экспедиция работала до 1906 г. Она провела подробное океанографическое исследование Баренцева моря и, в частности, составила первую карту течений этого моря.

Первая мировая война 1914 г. приостановила исследования наших морей. Они возобновились уже при Советской власти, когда приняли планомерный характер и невиданный ранее размах.

НА СУШЕ

Африка

К началу XIX в. европейские географы знали только прибрежные части Африки, захваченные и превращенные европейскими государствами в колонии. Особенно стремились проникнуть в глубь материка англичане. На средства крупных капиталистов была создана «Ассоциация для содействия открытию внутренних частей Африки». Эта организация снарядила ряд экспедиций. Из них самыми важными для географии оказались направленные в бассейн Нигера. Ведь тогда наиболее удобными путями в глубь континента были реки. Ни один европейский ученый еще не знал, откуда начинается громадная река Нигер. Лишь по слухам, доходившим в Европу еще в древности, видимо, от жителей Северной Африки, а впоследствии от арабских купцов, картографы пытались изображать эту реку на карте. Они обычно вычерчивали ее текущей к Атлантическому океану с востока на запад.

Англичане потерпели несколько неудач в попытках разрешить «загадку Нигера». Первого успеха добился шотландский врач Мунго Парк. Он начал свой путь в 1795 г. с Атлантического побережья от р. Гамбии. Год спустя, испытав много всяких приключений, Мунго Парк вышел к Нигеру несколько выше г. Сегу. В тот день он записал: «В сиянии утреннего солнца передо мной искрился предмет стольких поисков, величественный Нигер, бывший в этом месте примерно такой же величины, как Темза у Вестминстера. Он медленно катил свои воды на восток...» В Сегу, за высокими стенами, стоял великолепный дворец правителей страны — арабских шейхов. Они не впустили европейца в крепость. Встреченные Мунго Парком жители на вопрос о том, где начинается р. Нигер, неизменно отвечали: «На краю света». С великими трудностями Мунго Парк выбрался обратно к побережью океана.

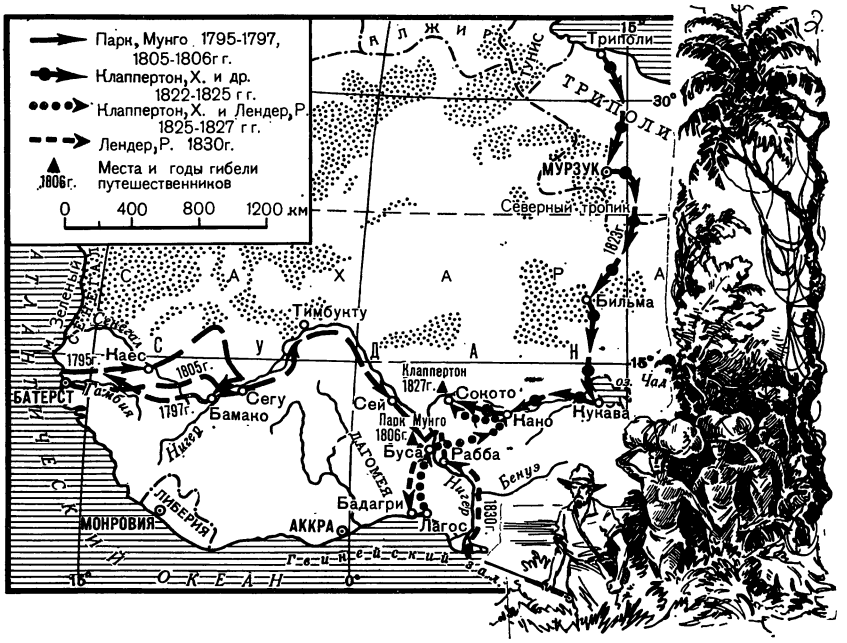
Теперь на любой карте Африки мы найдем громадную излучину Нигера. Он течет сначала на северо-восток, а затем поворачивает к югу и впадает в Гвинейский залив.

А тогда рассказ Мунго Парка вызывал разные догадки. Сам он думал, что Нигер и Конго — это одна река.

Новую попытку исследовать Нигер Мунго Парк предпринял в 1805 г. На этот раз его экспедиция достигла порогов Буса, где все ее участ-

ники погибли в стычке с местными жителями. Мунго Парк вел себя по отношению к ним жестоко и часто открывал по африканцам пальбу «для устрашения». В сообщениях о виденном он все же оказался правдивее многих других европейских путешественников. Например, о Сегу он написал: «Вид этого обширного города, многочисленные лодки на реке, густое население, обработанные поля — все в целом говорило о цивилизации и величии, которое я едва ли мог надеяться обнаружить в сердце Африки».

Чтобы полностью разрешить «тайну Нигера», потребовалось еще четверть века. В 1822—1824 гг. англичане О у д н е й, Д е н е л и и К л а п п е р т о н с севера от Триполи пересекли Сахару и первыми из европейцев увидели оз. Чад, которое древние арабские географы называли «Великим». Путешественники установили, что Чад — озеро бессточное и с Нигером не связано.



Маршруты путешествий Мунго Парка, Х. Клаппертона и Р. Лендера.

В 1825 г. новая экспедиция Клаппертона направилась от Гвинейского залива и достигла среднего течения Нигера, но здесь глава экспедиции и его спутники пали жертвой болезней. В живых остался слуга Клаппертона Лендер, который добрался до побережья. Лендер и завершил в 1830 г. раскрытие тайны Нигера. От Гвинейского побережья Лендер достиг порогов Буса и от них прошел 850 *км* вниз по реке до устья Нигера.

К середине XIX в. основные черты географии Северо-Западной Африки были выяснены и англичане занялись исследованием части материка, лежащей южнее. Здесь начал свою деятельность миссионера крупнейший исследователь Центральной Африки Д а в и д Л и в и н г с т о н. В 1841 г. он высадился в бухте Альгоа и направился на миссионерскую станцию в местность, населенную племенем бечуанов. Ливингстон быстро выучил их язык; проявляя неизменную доброжелательность к африканцам, он постепенно завоевал их уважение.

В 1849 г. Ливингстон в сопровождении африканцев-проводников первым из европейцев пересек пустыню Калахари и исследовал оз. Нгами. За это путешествие Королевское (английское) географическое общество наградило Ливингстона денежной премией.

В 1852 г. Ливингстон отправился в новое путешествие. На этот раз он решил отыскать удобный для торговых сношений путь из внутренних областей материка к океану. Путешественник проник в бассейн р. Замбези и в мае 1853 г. вступил в Линьянти, главное селение могущественного племени макололо. Здесь Ливингстон прожил несколько месяцев. Он подружился с вождем племени Секелету и убедил его в выгодах торговли с европейцами. В помощь Ливингстону Секелету назначил 27 человек. С ними путешественник поднялся вверх по р. Лайбе, а затем, продвигаясь по суше, достиг г. Луанды на Атлантическом побережье. Главным научным результатом этого путешествия было открытие оз. Дилоло, замечательного тем, что оно лежит на водоразделе двух речных бассейнов: один из них принадлежит к Атлантическому океану, другой — к Индийскому. Западный сток озера питает систему рек Конго, восточный — Замбези. Такое разделение стока в разные бассейны — явление довольно редкое. Ливингстон послал в Лондон отчет о своих открытиях, за них Географическое общество наградило его золотой медалью.

Отдохнув и пополнив снаряжение в Луанде, Ливингстон пустился в обратный путь. Экспе-

Давид Ливингстон.

диция благополучно вернулась в Линьянти, где была восторженно встречена населением, считавшим путешественников уже погибшими. Действительно, пройденный путь был настолько труден и опасен, что Ливингстон решил попытаться найти другую дорогу к океану — на восток.

В ноябре 1855 г. большой отряд макололо во главе с Ливингстоном и Секелету отправился в путь. Вождь племени решил проводить Ливингстона до самого большого чуда страны, которое носило таинственное название «Грохочущий дым». К концу второй недели плавания по Замбези на горизонте показалось огромное облако водяной пыли и послышался отдаленный гул. Ливингстон и его спутники пристали к берегу и пробрались через заросли к месту, откуда увидели грандиозный водопад. Поток воды, ширина которого здесь достигает 1800 *м*, низвергается с высоты 120 *м* и с огромной силой ударяется в скалистое дно. Из теснины вырываются столбы водяной пыли, поднимающиеся пятью исполинскими колоннами на высоту до 1000 *м*. Этот водопад Ливингстон назвал именем английской королевы Виктории.

В мае 1856 г. Ливингстон достиг устья Замбези. Так он завершил грандиозное путешествие — пересек Африканский материк от Атлантического до Индийского океана. Ливингстон установил, что эта часть Африки «хорошо орошена, в ней имеются территории с плодороднейшей покрытой лесами почвой, а также прекрасные травянистые долины, в которых живет значительное население». Ливингстон первым пришел к правильному представлению об Африке как о материке, имеющем вид плоского блюда с приподнятыми к океанам краями.

Из устья Замбези Ливингстон поспешил в Англию, чтобы поведать о своих открытиях и найти средства для снаряжения новой экспедиции.

На родине путешественника восторженно встретили не только ученые, но и широкие круги общественности. Он выступал с лекциями и написал книгу «Путешествия и исследования миссионера в Южной Африке». Она имела необычайный успех.

Ливингстон один из немногих западноевропейских путешественников, которым было чуждо высокомерие по отношению к африканцам. Во всех своих выступлениях и в книге он на убедительных примерах показал, что африканцы такие же люди, как и европейцы, и только жестокость и притеснения колонизаторов заставляют их прибегать к оружию для самообороны.

Английское правительство намеревалось использовать авторитет Ливингстона среди африканцев, чтобы распространить свое влияние на самые отдаленные области Африки. Поэтому Ливингстона назначили консулом области Замбези. Снова Ливингстон отправился в Африку, на этот раз с богатым снаряжением для новых походов. Он привез с собой небольшой речной пароход «Пионер». На нем путешественник подробно изучил нижнее течение Замбези и проник по ее притоку Шире в еще неизвестную

область, где в 1859 г. открыл озера Ньясу и Ширву. В 1861 г. Ливингстон исследовал р. Рувуму. Однако деятельность Ливингстона не приносила ожидаемых выгод колонизаторам и от должности консула его отстранили.

Для новых исследований Ливингстону нужны были средства. В 1864 г. он снова едет в Англию. Поддержку он нашел в Географическом обществе. На этот раз Ливингстон поставил задачу — исследовать великие озера в восточной части материка и их связи с Нилом и Конго.

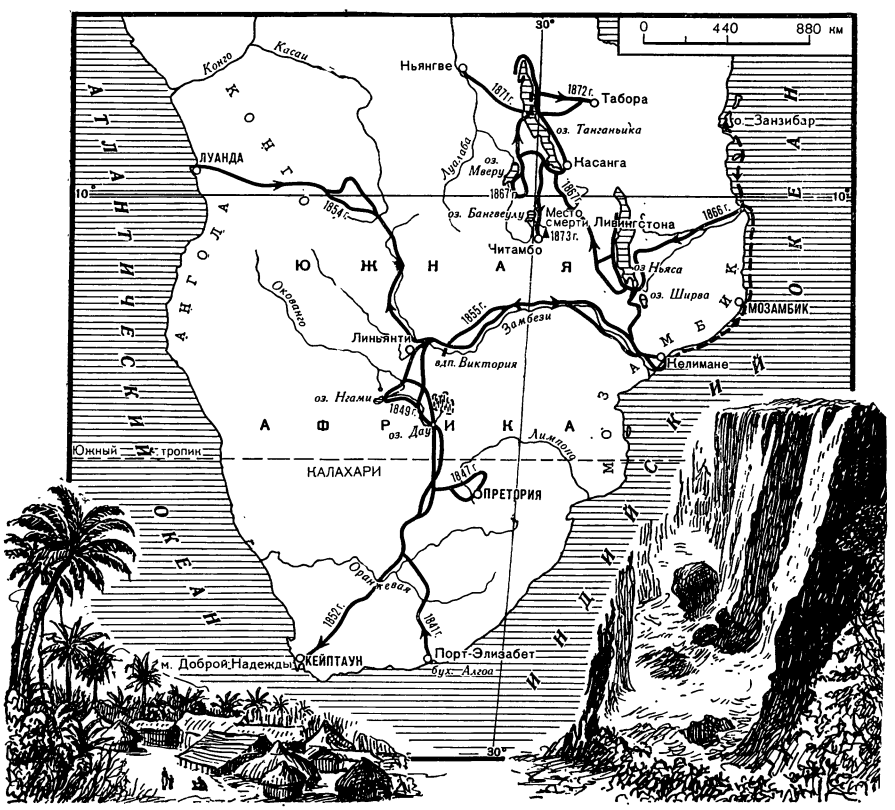
Особенно интересовал тогда географов вопрос об истоках Нила. Голубой Нил — одна из ветвей, образующих могучий нильский поток, — был исследован еще в XVIII в. англичанином Джемсом Брюсом. Положение истоков другой ветви—Белого Нила— продолжало оставаться невыясненным. В 1857 г. на поиски истоков Нила от Занзибара в глубь материка направились англичане Джон Спик и Ричард Бертон. На следующий год они первыми из европейцев достигли оз. Танганьика, одного из самых глубоких в мире. Дальнейший путь Спик продолжал один. Он открыл оз. Виктория — крупнейшее в мире после Каспия и Верхнего озера в Америке. Спустя 4 года Спик снова посетил это озеро и нашел в его северной части истоки Белого Нила.

Тем не менее еще многие ученые не были убеждены в правильности заключения Спика. Кроме того, в этой части Африки оставалась еще обширная не заполненная на карте территория. Все это и привело Ливингстона в область великих африканских озер. Здесь путешественник открыл два новых больших озера — Бангвеулу и Мверу и собирался обследовать оз. Танганьика. Однако мучившая путешественника тропическая лихорадка заставила остановиться в селении вблизи оз. Танганьика. Ходить Ливингстон уже не мог, и положение его казалось безвыходным, но неожиданно пришла помощь: появилась экспедиция Генри Стэнли, специально посланная на поиски Ливингстона американской газетой «Нью-Йорк геральд».

Ливингстон поправился и от возвращения в Европу наотрез отказался. Вместе со Стэнли он обследовал оз. Танганьика, а затем они расстались. Ливингстон направился на север, а Стэнли поспешил в Европу. Однако намеченный план путешествия Ливингстону осуществить не удалось. Он вскоре тяжело заболел и в 1873 г. умер вблизи селения Читамбо, неподалеку от открытого им оз. Бангвеоло.

Ливингстон посвятил Африке бо́льшую часть своей сознательной жизни и за это время прошел, преимущественно пешком, свыше 50 тыс. *км*, больше, чем кто-либо из путешественников мира. Успеху исследований Ливингстона, открывшего науке территорию, почти равную Европе, способствовали его личное мужество, самоотверженность и доброжелательное отношение к африканскому населению.

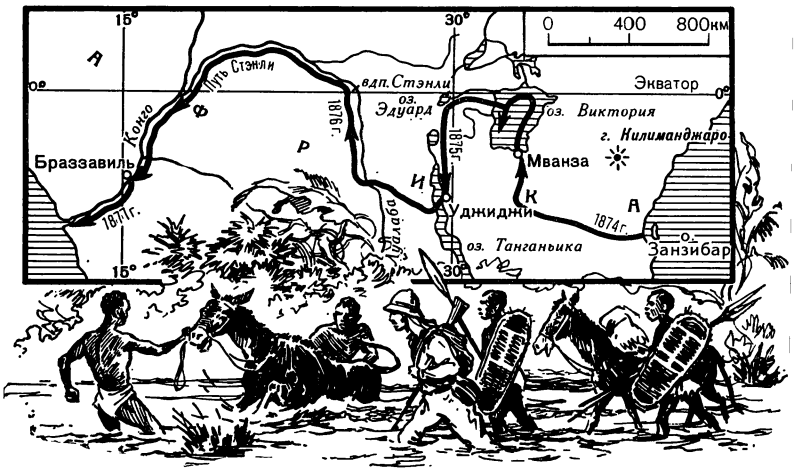
После смерти Ливингстона окончательно был разрешен вопрос об истоках Нила. Экспедиция Стэнли в 1874—1877 гг. прошла от Занзибара к оз. Виктория и подтвердила верность заключения Спика. Затем Стэнли вышел к р. Луалабе, открытой Ливингстоном, и подтвердил правиль-



Маршруты путешествий Д. Ливингстона.

ность его предположения, что она относится к бассейну Конго. По Луалабе, а затем по Конго Стэнли спустился к Атлантическому океану.

Для познания Восточной Африки большое значение имели две экспедиции русского путешественника Василия Васильевича Юнкера в 1876—1878 и 1879—1886 гг. Юнкер четко определил спорную до того линию водораздела Нил — Конго на протяжении 1200 *км* и впервые очень точно положил на карту этот обширный район, превышающий площадь Франции. Путешественник прошел по территории, местами покрытой болотами, вызывающими ужас даже у местных жителей. Произведенная уже в наши дни аэросъемка этой огромной области подтвердила точность составленной Юнкером карты и дополнила ее лишь в деталях. Кроме того, Юнкер подробно описал занятия и быт местного населения; много внимания он уделил исследованию флоры и фауны этих мест. Изо дня в день путешественник вел наблюдения погоды и дал правильное представление о климате Центральной Африки. В частности, он впервые отметил редчайшее для экваториальных областей явление — выпадение града.



Маршрут путешествия Г. Стэнли.

В начале XX в. в Африке еще оставались места, не получившие правильного картографического отображения. В 1922 г. последняя неизвестная географам крупная область материка — центральная безжизненная часть Сахары — была пройдена французской экспедицией на автомобилях.

Азия

Вплоть до середины XIX в. Центральная Азия[1] изображалась на картах по древним и средневековым китайским источникам. Это были нередко хорошие для своего времени карты, но они давали все же лишь приблизительное представление о сложных горных системах, занимающих значительную часть территории Центральной Азии. Горы на китайских картах изображались «холмиками», разбросанными по всей Центральной Азии. Местами там, где проходят горные цепи, эти «холмики» сближены. Было много неточностей в изображении рек и озер, а часть их вообще отсутствовала на картах.

Все имевшиеся к середине XIX в. европейские, в том числе и русские, карты Центральной Азии показывают во внутренней части материка многочисленные несуществующие горные хребты, реки, озера. Некоторые из них были нанесены на карты по рассказу Марко Поло, путешествовавшего в Китай еще в XIII в. (см. стр. 289). Ведь его книга «История чудес мира» была переведена на многие европейские языки. Даже на карте горных цепей и вулканов Центральной Азии знаменитого немецкого географа А. Гумбольдта были ошибки. Некоторые выводы Гумбольдта в его книге «Центральная Азия», например, о существовании вулканов в Центральной Азии оказались неверными.

Создание достоверной карты Центральной Азии неразрывно связано с организацией в Петербурге Русского географического общества. Необходимость такого научного центра ясно видели передовые представители русской науки и культуры, возглавляемые автором знаменитого «Толкового словаря живого русского языка» Владимиром Ивановичем Далем. В организации Общества приняли участие крупнейшие ученые — академики Э. Х. Ленц, К. И. Бэр и такие прославленные мореплаватели, как И. Ф. Крузенштерн, Ф. Ф. Беллинсгаузен, Ф. П. Литке.

19 сентября 1845 г. на квартире Даля состоялось собрание учредителей Общества, избравшее 51 действительного члена. Вице-председателем единодушно был утвержден Ф. П. Литке.

[1] Границы ее следующие: на севере и западе — государственная граница СССР, на востоке — хребет Большой Хинган, на юге — Великая китайская стена до г. Ланьчжоу и подножие хребта Куньлунь.

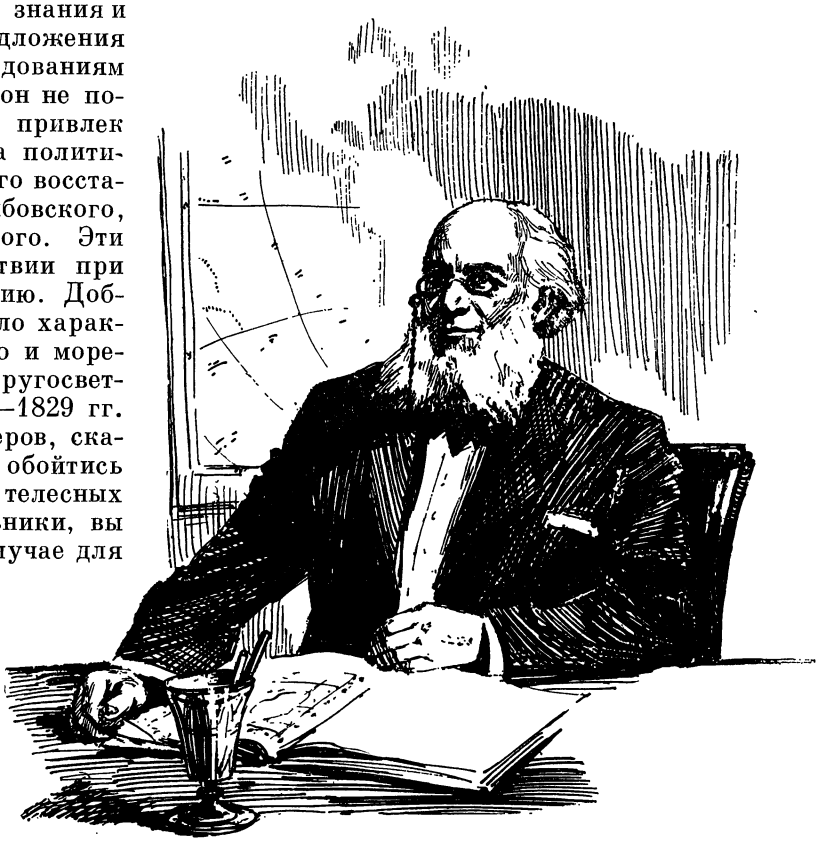
Председателем Географического общества до Октябрьской революции был член царской фамилии, а фактически им руководил избираемый вице-председатель. Литке заслужил огромный авторитет не только своими знаменитыми плаваниями, но и активной научной деятельностью в Академии наук.

Литке руководил Обществом свыше 20 лет, оставив лишь на время пост вице-председателя в связи с Крымской войной. В это время он был назначен главным командиром и военным губернатором Кронштадтского порта. Организованная под его руководством оборона заставила английский флот отказаться от всяких посягательств на Петербург и балтийские владения России. За эти боевые заслуги Литке получил чин полного адмирала. В 1857 г. Литке вернулся к руководству Обществом. В 1864 г. он стал одновременно и президентом Академии наук и во многом способствовал ее успешной деятельности.

Географическое общество за первую четверть века своей работы достигло огромных успехов в исследованиях. В этом немалая заслуга Литке, отдававшего Обществу все свои знания и опыт. Он поддерживал смелые предложения путешественников и привлекал к исследованиям людей с передовыми взглядами. Так, он не побоялся нареканий царского двора и привлек к работе в Сибирский отдел Общества политических ссыльных, участников польского восстания 1863 г. И. Д. Черского, В. И. Дыбовского, В. Годлевского, А. Л. Чекановского. Эти выдающиеся исследователи впоследствии при содействии Литке получили амнистию. Доброжелательное отношение к людям было характерной чертой замечательного ученого и мореплавателя. Еще перед началом своего кругосветного плавания на «Сенявине» в 1826—1829 гг. Литке, собрав в кают-компании офицеров, сказал им: «Я полагаю, что мы можем обойтись без применения рукоприкладства и телесных наказаний. Как просвещенные начальники, вы всегда найдете в каждом отдельном случае для провинившихся культурные меры воздействия, кои, несомненно, принесут больше пользы, нежели грубое и унижающее человека наказание». Чтобы оценить значение этих слов, надо вспомнить, что они были сказаны в эпоху царствования Николая I, когда палочная дисциплина и телесные наказания были обычным явлением.

В возрасте 75 лет Литке уже не мог одновременно руководить Академией наук и Географическим обществом. Пост вице-председателя Общества он передал Петру Петровичу Семенову-Тян-Шанскому, с именем которого связаны наиболее блистательные страницы истории русских географических открытий второй половины XIX в.

Семенов-Тян-Шанский окончил Петербургский университет и в 1849 г. был избран в члены Географического общества. Ему поручили перевести на русский язык труд известного немецкого географа Карла Риттера «Землеведение Азии». Это сочинение обобщало все имевшиеся в то время сведения об Азии. Молодой ученый увидел существенные пробелы этого добросовестного, но чисто кабинетного труда. Он стал мечтать об экспедиции в Тянь-Шань. «Притягивали меня к себе горы, которых я, изучивши географию вполне в теории, не видал в своей жизни»,— вспоминал он впоследствии. Чтобы подготовиться практически к исследованиям гор, ученый путешествует в Альпах, затем по Италии, где 17 раз подни-



Петр Петрович Семенов-Тян-Шанский.

мается на Везувий. Одно из этих восхождений во время извержения 1854 г. едва не стоило ему жизни.

В декабре 1855 г. Семенов-Тян-Шанский вернулся в Россию и представил в Географическое общество законченный перевод первого тома «Землеведения» с дополнениями, составившими половину этой объемистой книги. Перевел он и последующие два тома. Чтобы пополнить их новыми достоверными сведениями, Географическое общество весной 1856 г. отправило экспедицию во главе с Петром Петровичем на Тянь-Шань.

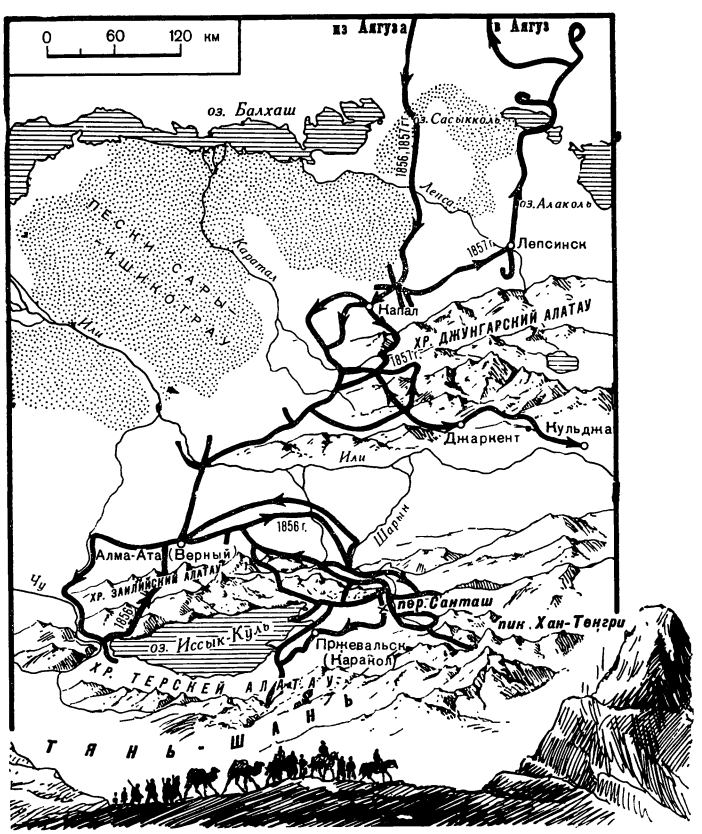
В конце августа он прибыл в поселок Верный (ныне Алма-Ата), основанный за два года до этого у подножия Заилийского Алатау — преддверия Тянь-Шаня. Верный стал исходным пунктом маршрутов путешествия.

В начале сентября ученый выступил на лошадях через не хоженные европейцами кручи Кунгей-Алатау. Неделю спустя его отряд проник к восточной оконечности оз. Иссык-Куль и отсюда, с берегов этого «Теплого озера» (в переводе с киргизского), Петр Петрович увидел наконец свою мечту — «Небесные горы».

В конце сентября он прошел к западному берегу озера и установил, что р. Чу берет начало не из озера, как полагали раньше, а в одной из долин со склонов Тянь-Шаня.

В июне следующего года исследователь проник в глубь Тянь-Шаня. По долинам Джеты-Огуз и Заукинской он достиг сыртов — обширных холмистых нагорий с роскошной альпийской растительностью и открыл несколько теплых источников. Однако признаков недавнего вулканизма в горах не обнаружилось. Отряд экспедиции пересек эту внутреннюю область Тянь-Шаня, которую китайцы назвали Цунь-линь, т. е. Луковые горы, и открыл верховья р. Нарына — истока Сыр-Дарьи. Последний поход в июле 1857 г. увенчался еще большим успехом. Через перевал Кок-Джар Петр Петрович проник в самое сердце «Небесных гор» и вышел к их главному хребту с пиком Хан-Тенгри («Властелин неба»). Затем он достиг крупнейшего ледника этих гор Сарыджаза (позже назван его именем) и установил, что вечные снега на Тянь-Шане лежат значительно выше, чем на Кавказе и в Альпах. Ученый правильно объяснил, что это результат небольшой влажности воздуха внутренних областей Азии, отдаленных от океанов. Он доказал, что Тянь-Шань — не молодые вулканические, а очень древние складчато-сбросовые горы. В Тянь-Шане оказалось много ледников. В горах путешественник увидел ясно выраженную вертикальную поясность климата, растительности, почв. На основе собранных материалов Петр Петрович составил схему строения рельефа Тянь-Шаня. Он изучил более 20 горных проходов, собрал богатые коллекции горных пород, растений, животных.

В Петербург Семенов-Тян-Шанский вернулся с уже готовым планом новой экспедиции, но его на долгие годы захватила деятельность, связанная с подготовкой реформы 1861 г. об отмене крепостного права. Однако он продолжал активно участвовать в работе Географического общества. В 1860 г. Петра Петровича избирают председателем отделения физической географии, а в 1873 г. — вице-председателем Географического общества. Этот пост он занимал до своей смерти в 1914 г. Под его руководством был составлен пятитомный «Географическо-статистический словарь Российской империи» и издано 11 томов полного географического описания России. Заслуги исследователя в изучении Тянь-Шаня были настолько велики, что



Маршруты путешествий П. П. Семенова-Тян-Шанского.

Николай Михайлович Пржевальский.

с 1906 г. (в ознаменование полувекового юбилея его выдающегося путешествия) к его фамилии Семенов добавили слово «Тян-Шанский».

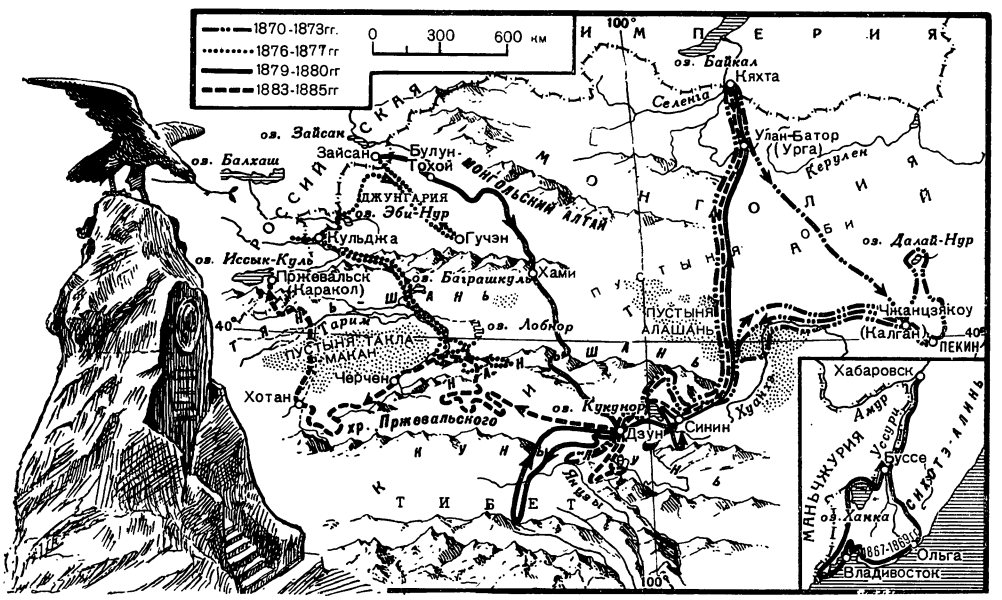
Мировую славу русской географической науке принесли путешествия Николая Михайловича Пржевальского. Окончив в Петербурге Академию Генерального штаба, Николай Михайлович стал преподавать географию и историю в Варшавском военном училище. В учебнике географии, которым он пользовался, было много пробелов. Так, например, о природе Центральной Азии говорилось, что она не исследована. Это и натолкнуло Пржевальского на мысль об экспедиции. Он разработал план путешествия в Центральную Азию и обратился за помощью в снаряжении экспедиции в Географическое общество. Ему, еще не искушенному в путешествиях, было отказано.

Но Семенов-Тян-Шанский понял, что из Пржевальского может выйти незаурядный исследователь и посоветовал для начала заняться изучением Дальнего Востока.

Николай Михайлович добился перевода в Восточно-Сибирский военный округ. Он блестяще оправдал надежды Семенова-Тян-Шанского: самостоятельно выполнил в 1867—1868 гг. исследования на Дальнем Востоке, о которых написал интересную и ценную для науки книгу «Путешествие в Уссурийском крае». После этого Географическое общество согласилось командировать Пржевальского в Центральную Азию.

В период с 1870 по 1885 г. Пржевальский совершил 4 больших путешествия, продолжавшихся в общей сложности около 8 лет. О тяжелых испытаниях и великих радостях научных открытий, выпавших на долю путешественника и его верных спутников, он увлекательно рассказал в своих книгах. Каждая из них посвящена одной из его экспедиций: «Монголия и страна тангутов», «Из Зайсана через Хами в Тибет и на верховья Желтой реки», «От Кульджи за Тянь-Шань и на Лобнор», «От Кяхты на истоки Желтой реки». Эти сочинения были переведены на многие языки, переиздаются в наше время и представляют интерес не только для ученых, но и для широких кругов читателей.

Протяженность всех маршрутов Пржевальского по Центральной Азии составила 32 тыс. *км*, т. е. близка к длине окружности Земли, а площадь территории, положенной им на карту, превысила 7 млн. $км^2$, т. е. равна Австралии.



Путешественник сделал первое подробное описание великой пустыни Гоби и других пустынь Центральной Азии. Он установил, что Гоби, окруженная высочайшими горами, напоминает громадную чашу, наполненную песками, каменистыми и глинистыми отложениями. Пржевальский первым посетил и описал громадные хребты Куньлуня. Он установил, что Нань-Шань не один хребет, а горная система, и впервые правильно нанес на карту многие высочайшие горные цепи Центральной Азии.

Пржевальский достиг верховьев великих китайских рек Янцзы и Хуанхэ, описал самую крупную бессточную реку Центральной Азии — Тарим, исследовал и правильно нанес на карту оз. Лобнор и много других озер и рек.

Исследователь собрал громадный гербарий, в котором насчитывалось свыше 15 тыс. растений. Среди растений оказалось 218 видов, ранее неизвестных науке. Очень ценны были зоологические коллекции Пржевальского. Путешественник привез из экспедиций десятки новых видов животных, в их числе дикого верблюда и дикую лошадь, названную лошадью Пржевальского.

Таковы основные итоги исследований Пржевальского в Центральной Азии, сделавшие его самым прославленным путешественником XIX в. Его избрали почетным членом многих научных русских и иностранных обществ. По решению Академии наук в честь Н. М. Пржевальского была выбита золотая медаль с надписью: «Первому исследователю природы Центральной Азии».

Путешественника ждали новые открытия, но за день до выступления из г. Каракола (ныне Пржевальск) в пятое путешествие он почувствовал себя плохо и 20 октября 1888 г. скончался на руках своих помощников. Исполняя последнюю волю Пржевальского, его похоронили на берегу Иссык-Куля, вблизи города, ныне носящего его имя. На могиле Николая Михайловича сооружен красивый памятник: на гранитной скале — бронзовый, распростерший крылья орел. В клюве гордой птицы оливковая ветвь — символ мирных целей научных исследований. У ног орла — карта Азии с маршрутами путешествий Пржевальского.

После смерти Н. М. Пржевальского исследования Центральной Азии продолжил Михаил Васильевич Певцов. Еще в 1876 г. он впервые обследовал Джунгарию между Булун-Тохоем и Гучэном, а в 1878—1879 гг. прошел 4 тыс. *км* по неизвестным районам Монголии и Гоби.

Певцов оказался достойным преемником Пржевальского. В 1889—1890 гг. экспедиция под его руководством прошла маршрут в 10 тыс. *км* по обширной области, примыкающей к Куньлуню, которая на карте четвертого путешествия Пржевальского обозначена как «местность совершенно неизвестная». На месте «белого пятна» на карте появились изображения новых хребтов, рек, озер и знаменитой Тур-

фанской впадины, дно которой расположено на 154 *м* ниже уровня океана. Почти одновременно с Певцовым к ней с другой стороны проникла еще одна экспедиция Географического общества, возглавляемая Г. Е. Грумм-Гржимайло. Было установлено, что эта величайшая бессточная котловина Центральной Азии простирается на 200 *км* в длину и 70 *км* в ширину.

В результате всех этих экспедиций почти все «белые пятна» на карте Центральной Азии были заполнены.

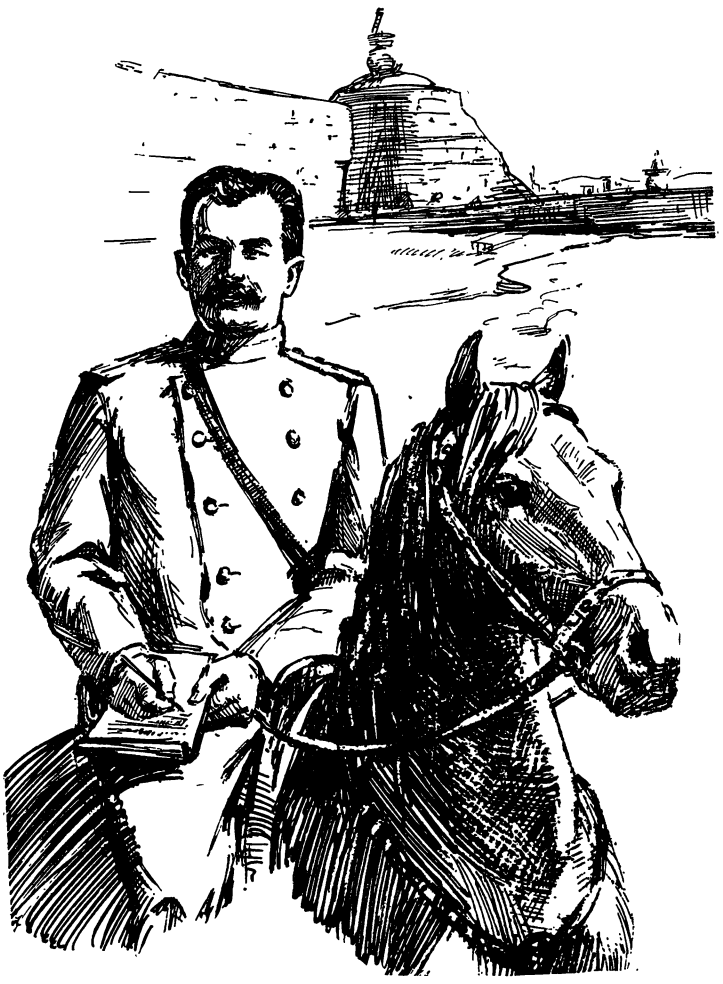
В 1893—1895 гг. самостоятельную экспедицию совершил участник третьего и четвертого путешествий Пржевальского Всеволод Иванович Роборовский. Он прошел по горам Восточного Тянь-Шаня, Наньшаня, Северного Тибета. Этот путь по «неведомой высокой Азии» для Роборовского закончился трагически — его разбил паралич. Руководить экспедицией стал Петр Кузьмич Козлов, также ученик Пржевальского и его спутник в четвертом путешествии по Центральной Азии.

В 1899—1901 гг. Козлов возглавил новую Монгольско-Тибетскую экспедицию. Она открыла большой горный хребет, получивший имя Русского географического общества.

Мировую славу принесло Козлову путешествие 1907—1909 гг., во время которого на северной окраине пустыни Алашань он нашел древний погребенный в песках город Хара-Хото («хара» — черный, здесь в смысле «мертвый», «хото» — город). Раскопки Хара-Хото дали интересные материалы.

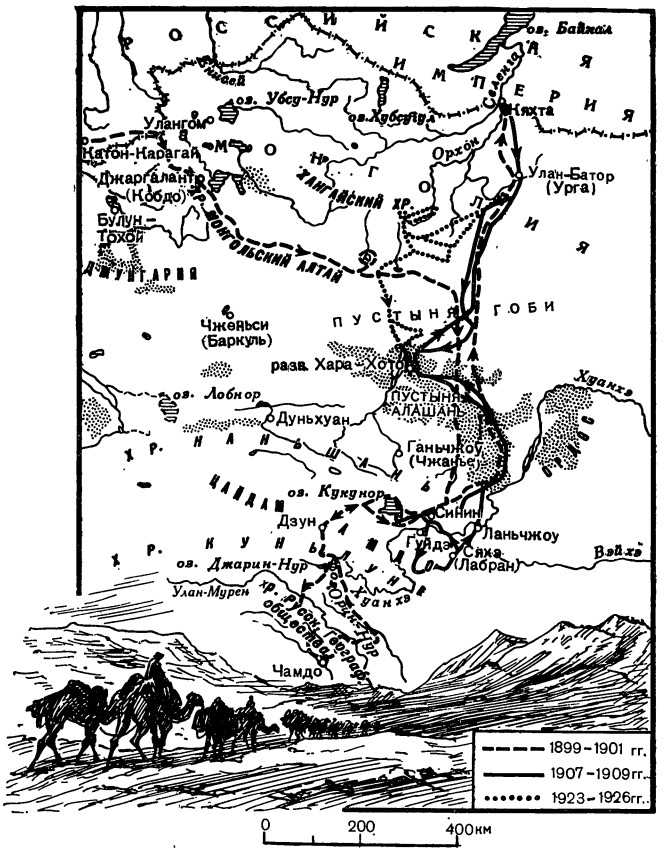
Из-под развалин и песков были извлечены обрывки тканей, черепки посуды, оружие, много монет, первые в мире китайские бумажные деньги XIV в. и, что особенно важно, библиотека, насчитывающая две тысячи томов. Эти книги поведали о волнующих событиях истории народов, населявших Центральную Азию в XI—XIII вв. Оказалось, что Хара-Хото был одним из центров государства Си-ся, разгромленного в 1226 г. ордами Чингисхана. Изучение найденных Козловым документов позволило судить о высоком уровне материальной и духовной культуры этого государства, а также об уходящих в глубь веков связях между странами Востока и Запада.

Свою последнюю экспедицию Козлов совершил уже в советское время, в 1923—1926 гг., во время которой в районе столицы Монголии Улан-Батора обнаружил курганы-могильники гуннов двухтысячелетней давности.



Петр Кузьмич Козлов.

Крупнейшим после Пржевальского исследователем Центральной Азии был Григорий Николаевич Потанин. С 1876 по 1899 г. он совершил пять выдающихся путешествий по Монголии, Северному Китаю, Большому Хингану. Григорий Николаевич собрал самый обширный гербарий Центральной Азии и открыл несколько десятков видов новых растений. Но наиболее ценными оказались собранные Потаниным материалы о многих тюркских и монгольских племенах. Таким успехом он обязан прежде всего помощнику и другу — жене Александре Викторовне. Ведь в странах, где господствуют феодальные и патриархально-родовые отношения, где удел женщин — самый тяжелый труд и бесправие, женщине было намного легче ознакомиться со многими сторонами уклада жизни



Маршруты путешествий П. К. Козлова.

семьи, чем мужчине, особенно чужеземцу. Для Потаниной, с ее отзывчивостью и добротой, путь на женскую половину дома был всегда открыт. В истории географии Потаниной принадлежит особое место — она была не только помощником мужа, но и самостоятельным исследователем и оказалась первой женщиной, награжденной за научные труды золотой медалью Русского географического общества.

В начале XX в. последние, наиболее труднодоступные районы Центральной Азии были пройдены и ее природа в значительной мере изучена. В этом великая заслуга наших путешественников и Русского географического общества.

Америка

К началу XIX в. внутренние области Южной Америки продолжали в значительной мере оставаться неизвестными. На картах рр. Амазонка и Ориноко, бассейн Ла-Платы, а также Анды изображались неточно.

Начало всестороннему географическому познанию внутренних областей Южной Америки положило путешествие немецкого географа Александра Гумбольдта и французского ботаника Эме Бонплана. В июле 1799 г. они высадились на берег Венесуэлы в порту Кумана, а оттуда переехали в Каракас. Затем путешественники направились на юг к р. Апуре. По ней они спустились на пироге до р. Ориноко. Потом исследователи поднялись вверх по Ориноко до места, где от реки отходит на юго-запад ее рукав Касикьяре, по словам Гумбольдта, «не уступающий, по ширине Рейну». Путешественники спустились по Касикьяре и установили, что эта река впадает в Риу-Негру, приток Амазонки. Тем самым было доказано, что р. Ориноко в верхнем течении разделяется на две ветви, принадлежащие к разным бассейнам. Это интересное явление, впервые описанное Гумбольдтом, получило название бифуркации рек.

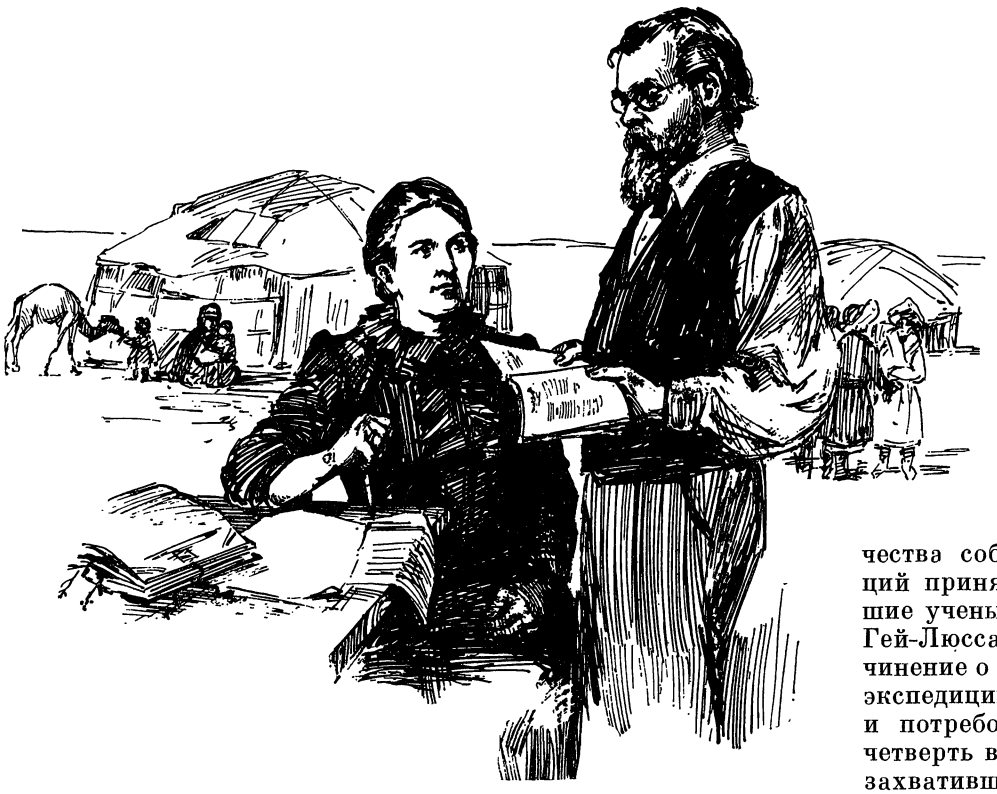
В ноябре 1800 г. путешественники покинули Венесуэлу и несколько месяцев путешествовали по Кубе, бывшей в то время главным опорным пунктом испанских владений в Америке.

В марте 1801 г. они снова прибыли на материк и путешествовали по р. Магдалене. Затем они исследовали горную систему Анд и ее вулканы. Гумбольдт совершил восхождение на вулкан Чимборасо, считавшийся тогда высочайшей точкой Земли (6272 *м*). До вершины он не дошел около 500 *м*, но все же установил мировой рекорд восхождения.

В Андах Гумбольдт подметил, что по мере подъема в горы растительные пояса сменяют друг друга.

Гумбольдт во время этого путешествия собрал огромный гербарий, насчитывающий 6200 видов, многие из которых не были известны науке. При изучении флоры Гумбольдт занимался не только ее систематикой; он впервые установил зависимость распространения различных видов и форм растений от широты места, высоты над уровнем моря и других природных условий. Это позволило ему по возвращении из путешествия написать книгу «География растений» и тем самым заложить основы новой ветви географической науки.

Характерным для Гумбольдта было стремление выявить закономерности в природных процессах. Для этого он сопоставлял различные явления природы, что помогало ему отыскивать сложные взаимосвязи между ними. Такой метод сравнения стал после него ведущим методом исследований в географии.



Григорий Николаевич и Александра Викторовна Потанины.

В январе 1803 г. Гумбольдт и Бонплан из Кальяо морем направились в порт Гуаякиль. В пути Гумбольдт заметил, что они продвигаются на север быстрее, чем это можно было ожидать от попутного ветра, наполнявшего паруса их судна. Так было открыто холодное течение, впоследствии получившее имя Гумбольдта (ныне Перуанское).

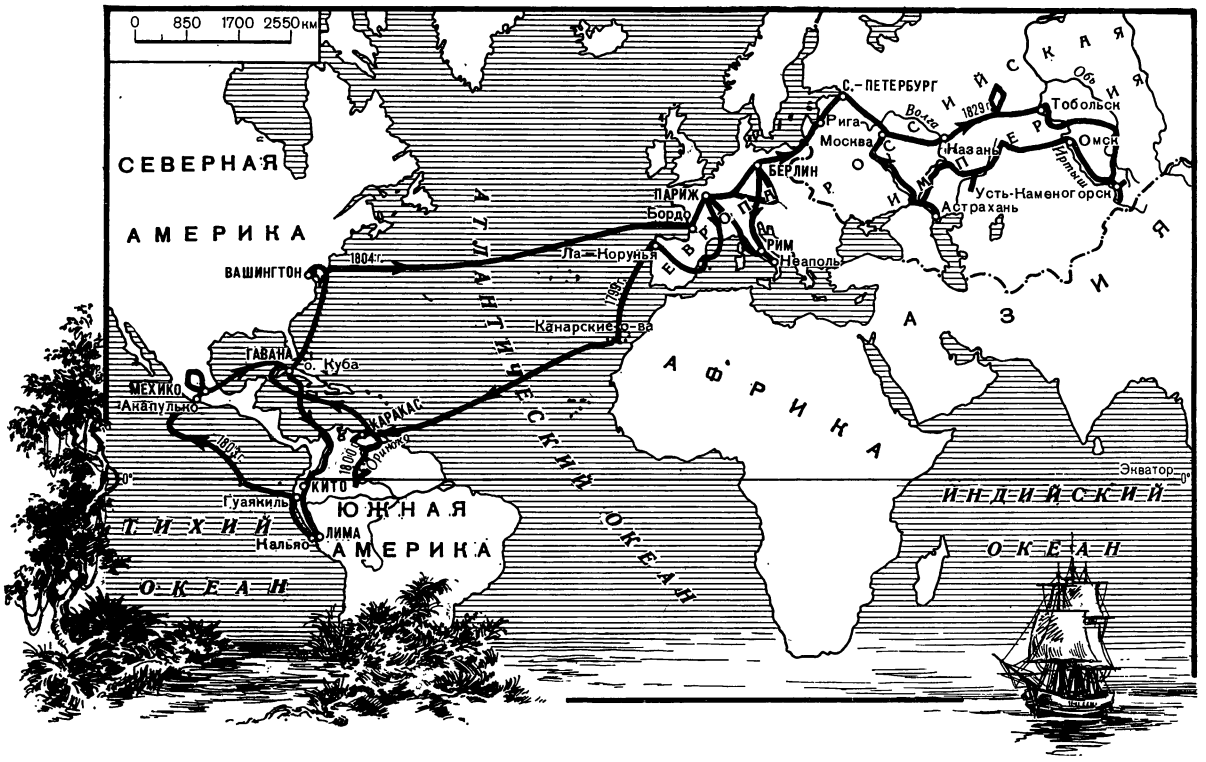
Из Гуаякиля путешественники по морю направились в гавань Акапулько, а затем сушей в г. Мехико. В Мексике Гумбольдт много внимания уделил изучению вулканов и пришел к выводу о связи распространения вулканов с геологическим строением земной коры; он указал, что вулканы распространены линейно вдоль трещин земной коры, т. е. прежде всего там, где глубоководные океанские впадины протянулись у прибрежных хребтов.

В Мексике Гумбольдт продолжал измерение высот. На основе своих многочисленных, почти 700 определений высот Гумбольдт впервые в науке начертил профиль поверхности Анд и Мексиканского нагорья. Вскоре способ профилей получил широкое применение в географии.

В августе 1804 г. путешественники вернулись в Европу. В обработке громадного количества собранных ими коллекций приняли участие виднейшие ученые — Кювье, Лаплас, Гей-Люссак, Ламарк и др. Сочинение о научных результатах экспедиции составило 32 тома и потребовало от Гумбольдта четверть века упорной работы, захватившей его настолько, что он уже новых больших путешествий совершить не смог. За всю свою почти девяностолетнюю жизнь Гумбольдт написал 636 научных сочинений; многие из них представляют большие тома по нескольку сот страниц. Все его научные работы пронизаны одной центральной идеей — взаимосвязи всех явлений природы. Особенно полно взгляды Гумбольдта на единство природы отражены в его грандиозном пятитомном труде «Космос». Над этим произведением он работал всю жизнь, но все же не успел закончить. Ученый рассматривает в «Космосе» взаимосвязь всех известных ему явлений в природе. Многое из того, что высказал Гумбольдт, устарело еще в XIX в. Но в целом его идеи оказали огромное влияние на развитие естествознания и особенно географии.

Имя Гумбольдта навсегда останется в науке. Оно увековечено на географической карте, в названиях растений, животных, минералов, даже на Луне есть «кратер», носящий имя Гумбольдта.

Из русских путешественников важные исследования в Америке провел Григорий Иванович Лангсдорф, экспедиция которого в 1821—1828 гг. подробно обследо-



Маршруты путешествий А. Гумбольдта.

вала Бразилию и проникла в области, куда еще не ступала нога европейца. Путешественник изучал фауну и флору страны и доставил в Европу в живом виде редчайшие южноамериканские растения. Однако наибольшую ценность для науки представляют этнографические материалы, собранные Лангсдорфом. Он проник к индейцам, которые не знали железа. Лангсдорф дал яркое описание занятий и обычаев многих индейских племен.

В историю изучения Южной Америки новые страницы вписал Ч. Дарвин (см. стр. 324). В 1831 г. корабль «Бигль», на котором он совершил свое знаменитое кругосветное плавание, бросил якорь у берегов тогда почти неизвестной Патагонии, в устье р. Санта-Крус. Капитан судна «Бигль» Фиц-Рой и Дарвин на лодках поднялись по реке до отрогов Анд и составили подробное описание и карту бассейна Санта-Крус.

В течение 11 лет (1848—1859) в бассейне Амазонки вел изыскания английский натуралист Генри Бейтс. Он собрал гербарий из 14 тыс. растений, в числе которых оказалось 8 тыс. неизвестных науке видов. После путешествия Бейтса огромное «белое пятно» Амазонской низменности на карте значительно уменьшилось.

К началу XIX в. наиболее обширным «белым пятном» на карте Северной Америки оставалась область Скалистых гор и лежащая за ними территория к западу между рр. Фрейзер и Колорадо.

В 1803—1805 гг. эту область прошла экспедиция, снаряженная правительством США, руководимая Мэриуотером Льюисом и Вильямом Кларком. С проводниками-индейцами они достигли верховий Миссисипи, перевалили через Скалистые горы и по р. Колумбии спустились до Тихого океана.

За экспедицией Льюиса — Кларка последовали и другие. К середине XIX в. «белое пятно» на карте Дальнего Запада (т. е. область за Скалистыми горами) перестало существовать.

В первой половине XIX в. почти неизвестны были внутренние районы на северо-западе материка. Здесь успешно проводили исследования русские моряки, находившиеся на службе у Российско-американской компании. Они постепенно пополнили карты бассейнов рек — Юкона,

Кускоквима и др., изучали горы, озера, полезные ископаемые, собирали этнографические материалы. Особенно ценные исследования в 1842—1844 гг. выполнил лейтенант Л. А. Загоскин, написавший по возвращении в Петербург книгу о своем путешествии по Аляске.

В целом усилиями русских путешественников к 1867 г. (до продажи Русской Америки США) было составлено географическое описание и картографическое изображение почти всей северо-западной части материка. Неизвестной оставалась часть Аляски, примыкавшая к северной границе Канады. После открытия в 1896 г. на р. Клондайк (приток Юкона) золота правительство США направило сюда геологов и картографов. В начале XX в. последние неизвестные территории на северо-западе Америки были изучены.

В связи с историей исследования Америки нельзя не рассказать о путешествиях и удивительной жизни Элизе Реклю, ученого-энциклопедиста. Элизе готовился стать священником, так же как его отец, но революция 1848 г. во Франции произвела на него огромное впечатление и изменила его жизненный путь. Юноша поехал в Берлин и поступил в университет, где вскоре стал лучшим учеником известного тогда немецкого географа Карла Риттера. Жилось студенту нелегко: родители были не в состоянии ему помогать и средства на жизнь он добывал уроками французского языка.

Государственный переворот во Франции, уничтоживший республику, когда Наполеон III был провозглашен императором, застал Реклю на побывке у родителей. Элизе вместе с братом стал призывать крестьян к протесту против монархии. Полиция намеревалась арестовать «бунтарей». Узнав об этом, они бежали в Англию. В поисках работы Элизе переезжает в Ирландию, где поступает на службу к помещику. В свободное время он продолжает заниматься географией. Здесь у него зародился план написать книгу о Земле. Но для этого надо было многое повидать самому. И Реклю, поступив поваром на судно, направляется в Америку. Там, чтобы не умереть с голоду, он работает грузчиком и перебивается другими случайными заработками. В Северной Америке он проехал по Миссисипи, посетил Великие озера. Перебравшись в Южную Америку, он прошел по Колумбии и Гвиане, путешествовал в Андах. Два года провел Реклю в Америке и вернулся во Францию таким же бедняком, каким и был. Неоценимым богатством, приобретенным Реклю в путешествиях, были собранные географические материалы.

В 1868 г. вышел первый том его большой работы «Земля». В нем он изложил многое из того, что сам наблюдал в природе и изучил. Эта книга сделала имя Элизе Реклю известным всему научному миру и прославила его среди широких кругов читателей. За короткий срок она издавалась пять раз во Франции, была переведена на немецкий, английский, итальянский

Александр Гумбольдт.

языки, а на русском языке выдержала шесть изданий.

Работу Реклю над сочинениями прервала франко-прусская война. Он вступил добровольцем в Национальную гвардию, а когда была провозглашена Парижская коммуна, стал в ряды ее активных защитников. Париж окружили контрреволюционные войска Тьера. Город голодал. В одной из вылазок за продовольствием для коммунаров Реклю попал в плен. Его заточили в тюрьму. После поражения Коммуны Реклю был приговорен к пожизненной ссылке на о-в Новая Каледония. Это вызвало возмущение мировой научной общественности. В Англии был организован комитет защиты Реклю. В него входили крупнейшие ученые и деятели культуры, в том числе Ч. Дарвин. Комитет добился отмены каторги. Реклю поселился в Швейцарии и продолжал заниматься географией. Он изучил швейцарские Альпы, совершил путешествие по ряду стран Европы, побывал в Африке, снова посетил Америку, а затем поселился в Брюсселе, где до конца своих дней работал над географическими книгами. Он издал в 19 томах «Всеобщую географию». В этом труде Реклю описал природу, население и хозяйство всех стран мира.

Последнее крупное произведение Реклю «Человек и Земля», составившее 6 томов, посвящено истории человечества и роли в его развитии природных условий. Во всех работах Реклю проходит идея гуманизма. Он отрицал превосходство народов Западной Европы над остальными народами Земли и считал равноценными все нации и народности независимо от цвета кожи и других расовых признаков. Труды Реклю во многом устарели, и некоторые вопросы им освещены неверно. Например, ошибочно его утверждение, что исторический путь народов определяется природными условиями. Но его заслуги в развитии географической науки трудно переоценить. До конца жизни Реклю оставался преданным делу революции. С волнением он встретил сообщение о событиях 1905 г. в России и, выступая на многолюдном митинге, заключил свою речь словами: «Мы ожидаем от наших русских братьев, что в день освобождения они помогут так же освободиться миллионам людей побежденных и угнетенных народностей!»

За несколько часов до смерти Реклю прочли сообщение о революционном восстании на броненосце «Потемкин». Последними его словами были: «Революция идет! Революция приближается!»

Среди географов, изучавших Америку, почетное место принадлежит знаменитому климатологу Александру Ивановичу Воейкову.

В 1873 г. он побывал на Великих озерах, в Скалистых горах, а затем в Центральной Америке. На пароходе Александр Иванович совершил путешествие вокруг Южной Америки. Ученый делал остановки в Перу, Чили и других государствах этой части света. По Амазонке Воейков поднимался до Сантарема, но заболел тропической лихорадкой и был вынужден вернуться к морю.

В 1875—1876 гг. исследователь побывал в Индии, на Цейлоне, в Индонезии, Южном Китае, Японии. Он вел наблюдения за особенностями климатов на разных материках. Итоги своих многочисленных наблюдений Воейков изложил в книге «Климаты земного шара, в особенности России». Воейков уточнил границы климатических поясов и разработал классификацию климатов всего земного шара. Он занимался исследованиями снежного покрова. Его интересовали условия образования снега и распределения по поверхности Земли. Александр Иванович разработал также классификацию рек в зависимости от климатов. Он изучал влияние климата на развитие сельскохозяйственных культур.

А. И. Воейков первым указал на возможность возделывания чая в Закавказье и цитрусовых культур на Черноморском побережье Кавказа.

Будучи активным деятелем Русского географического общества, Александр Иванович Воейков воспитал много выдающихся климатологов и географов. Его труды — ценный вклад в мировую науку.

Австралия

Внутренние области Австралии к началу XIX в. представляли сплошное «белое пятно», окаймленное не везде правильно показанной чертой берега. Англия, объявившая Австралию своей колонией, поначалу использовала ее как место ссылки, центром которой стал Порт-Джексон (ныне Сидней). Слухи о благодатной земле стали привлекать сюда переселенцев из Англии. Основным занятием быстро увеличивающегося населения стало скотоводство. Вскоре возникли серьезные трудности. Пастбищ в прибрежной полосе на востоке материка было мало, а доступ в глубь континента преграждали Голубые горы.

Николай Николаевич Миклухо-Маклай со своим другом папуасом Туем.

Долго никто не решался их преодолеть, но засуха в 1813 г. заставила англичан приступить к решительным действиям. В поисках пастбищ для овец они наконец нашли проход в горах, за которыми обнаружили превосходные пастбища. Так был найден путь в бассейн рек Муррея и Дарлинга, который шаг за шагом осваивался и к середине XIX в. стал хорошо изучен и использован скотоводами.

В поисках новых пастбищных угодий экспедиция овцеводов, возглавляемая Э. Эйром, в 1840—1841 гг. направилась из селения Аделаида вдоль побережья на запад. Пройденные по бесплодной земле 2000 *км* стоили жизни нескольким путешественникам, но к желанной цели не привели. Это была совершенно бесплодная равнина, которая и получила меткое название «Налларбор» («Ни одного дерева»).

В 40—50-е годы XIX в. было проведено несколько экспедиций в глубь материка на юго-востоке и северо-западе с той же целью. Постепенно эти области Австралии принимали на карте достоверные очертания. В 1851 г. экспедиция Р. Берка пересекла материк от Аделаиды до залива Карпентария.

В основном изучение внутренних областей Австралии было завершено к концу XIX в., а последние, самые труднодоступные районы были пройдены путешественниками в первой четверти нашего столетия.

Исследование Австралии и особенно Океании в конце XIX в. связано с путешествиями Николая Николаевича Миклухо-Маклая. Ученого интересовал вопрос о происхождении и родстве человеческих рас. В те годы в антропологии[1] шла ожесточенная борьба. Реакционные ученые — «полигенисты» утверждали, что человеческие расы происходят

[1] Антропология — наука, изучающая биологическую природу человека: его происхождение, эволюцию, внешние особенности различных человеческих рас.

от различных, очень отдаленных друг от друга прародителей. Белая раса, утверждали они, ведет начало от человекоподобных предков, более совершенных, чем предки черной, красной или желтой расы. Поэтому полигенисты считали белую расу высшей, якобы самой природой предназначенной к господству над «цветными», «низшими» расами.

Передовые ученые — «моногенисты» доказывали, что все люди независимо от расовых признаков произошли от одних и тех же предков. Поэтому все нации равноценны по своим умственным и физическим задаткам. Существующие же различия в культурном и экономическом уровне жизни народов зависят от исторических условий.

Миклухо-Маклай решил для доказательства равноценности рас провести наблюдения среди «дикарей», как презрительно называли буржуазные ученые темнокожих обитателей далеких областей мира. Проект экспедиции Миклухо-Маклая поддержало Русское географическое общество и в октябре 1870 г. он на корвете «Витязь» направился из Кронштадта к Новой Гвинее. Путешественник высадился в бухте Астролябия на северном берегу Новой Гвинеи, названном им по праву первооткрывателя Берегом Маклая. Корабль продолжал кругосветное плавание, а Миклухо-Маклай поселился в домике, построенном среди девственного тропического леса, по соседству с селениями папуасов, слывших людоедами.

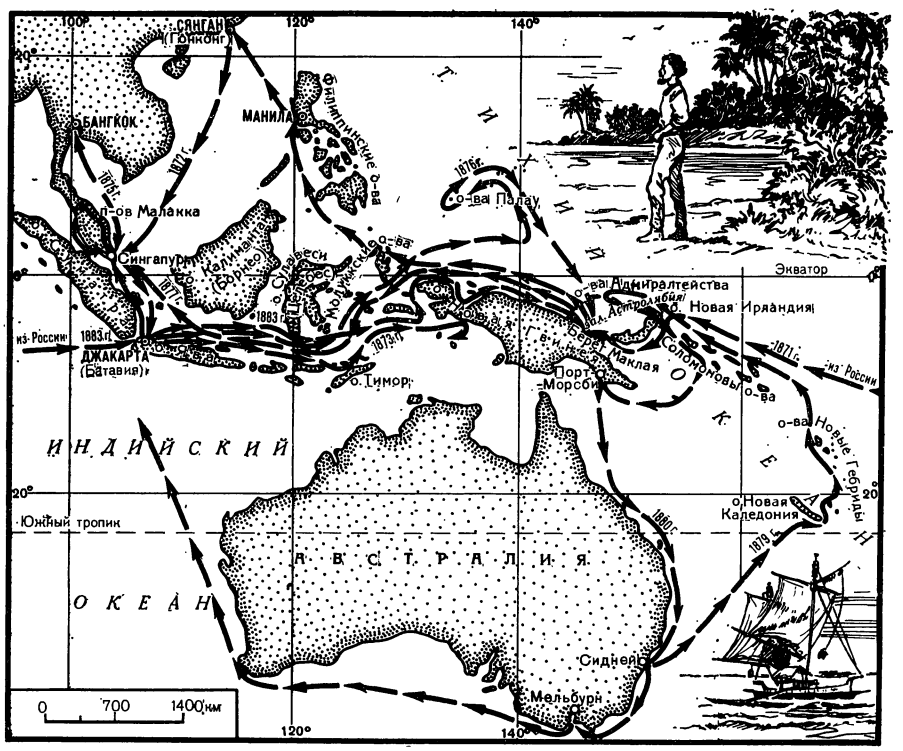
Отправившись впервые в ближайшую деревню, ученый не взял с собой никакого оружия. Папуасы, убедившись в мирных намерениях пришельца, не тронули его и вскоре установили с ним самые дружеские отношения. Изучая жизнь островитян, Миклухо-Маклай все больше убеждался в ошибочности «теории» о неспособности к развитию «черных людей». Папуасы под его руководством научились пользоваться металлическими орудиями, а в нравственном отношении, как отмечает ученый, во многом могли служить примером «так называемым цивилизованным нациям».

Свыше года прожил Миклухо-Маклай в бухте Астролябия, а затем на пришедшем за ним клипере «Изумруд» (клипер — быстроходное парусное судно, существовавшее до конца XIX в.) совершил большое путешествие по Индо-Малайскому архипелагу. В 1874—1875 гг. ученый первым из европейцев проник в глубь Малаккского п-ова и изучал жизнь никем до него не виденных «лесных людей». Затем он исследовал население о-вов Адмиралтейства и опять вернулся на Новую Гвинею, где прожил больше года.

В 1879—1881 гг. Миклухо-Маклай плавал на торговой шхуне по Меланезии и жил некоторое время в Австралии, где создал первую на этом материке научную морскую станцию близ Сиднея.

В 1882 г. после 12 лет непрерывных путешествий ученый вернулся в Петербург и доложил результаты своих исследований Географическому обществу.

Пребывание на Родине было недолгим: обеспокоенный сообщениями, что Новую Гвинею



Маршруты путешествий Н. Н. Миклухо-Маклая.

собираются захватить колонизаторы, Миклухо-Маклай снова поехал на этот остров. И действительно, первые колониальные авантюристы уже успели совершить разбойничье нападение на мирные селения островитян и многих из них увезли в рабство на свои плантации. Миклухо-Маклай, стремясь защитить своих друзей папуасов, направил царскому правительству письмо с предложением принять Берег Маклая под покровительство России. Но это предложение было отклонено.

Вернувшись в Петербург, ученый выступил в газетах с призывом ехать с ним на Новую Гвинею для основания добровольной колонии. Желающих оказалось более 2000 человек. Осуществить этот план, не имея средств, ученый не смог. В 1884 г. Германия объявила Берег Маклая своей колонией. Миклухо-Маклай послал немецкому правительству негодующий протест.

Миклухо-Маклай подорвал здоровье в путешествиях и в возрасте 42 лет умер, так и не успев опубликовать своих главных научных работ.

Его дневники путешествий и научные сочинения были изданы лишь в советское время, когда идеи ученого о равноправии людей независимо от цвета кожи и национальности впервые в истории человечества стали законом жизни общества. Миклухо-Маклай сделал немало географических открытий, но самое большое открытие, обессмертившее его имя,— это открытие человека среди «первобытных народов». «Вы, — сказал восхищенный Л. Н. Толстой,—первый, несомненно, опытом доказали, что человек везде человек!»

СОВЕТСКИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как ни велики были достижения русских исследователей в дореволюционный период, все же на карте нашей Родины оставалось еще немало «белых пятен». В Заполярье, Восточной Сибири, Средней Азии простирались обширные пространства неисследованных земель. Слабо изученными оставались не только малонаселенные и неосвоенные окраины, но и значительные территории центральных, казалось бы, давно известных частей нашей страны.

Еще в тяжелые годы разрухи и гражданской войны по решению партии и правительства началась организация планомерного и всестороннего исследования природы нашей Родины. Эта важнейшая задача была поставлена В. И. Лениным перед учеными в апреле 1918 г. в знаменитом «Наброске плана научно-технических работ». Вскоре в различные районы молодой Советской республики направились экспедиции для разведки полезных ископаемых, изыскания трасс новых дорог, поисков районов добычи рыбы и морского зверя.

С 1920 г. на Кольском п-ове работала комплексная экспедиция под руководством Александра Евгеньевича Ферсмана. Она обнаружила богатейшие месторождения апатитов, нефелинов и другого промышленного сырья.

Гражданская война задержала претворение в жизнь ленинской идеи развития производительных сил отсталых районов и национальных окраин. К систематическому их исследованию ученые смогли приступить в середине 20-х годов. Особенно важные открытия были сделаны на северо-востоке страны в огромной малонаселенной области между р. Леной и Беринговым проливом. Эта огромная территория, равная по площади трети Европы, местами оставалась «белым пятном». Карта правильно отображала лишь морские берега, а реки и горы нередко имели фантастические очертания.

В «Атласе мира», изданном в Петрограде в 1916 г., внутри дуги Верхоянского и Станового хребтов показывалась система горных цепей и гряд, простирающихся на северо-восток параллельно крупнейшим рекам этой области — Яне, Индигирке, Колыме.

В 1926 г. экспедиция во главе с Сергеем Владимировичем Обручевым установила, что горные цепи Индигиро-Колымского района идут с северо-запада на юго-восток, т. е. поперек течения главных рек этой области. На месте предполагавшейся низменности оказались мощные горы. Вся эта горная система была названа хребтом Черского в честь отважного исследователя края, путешествовавшего по Колыме в 1892 г. вместе с женой и двенадцатилетним сыном.

Экспедиция С. В. Обручева открыла в системе Верхоянского хребта четыре горные цепи, а не одну, как показывали на старой карте. После работ ряда экспедиций в 1928—1930 гг. в бассейне Колымы в верхнем течении реку пришлось «передвинуть» на карте Азии почти на 200 *км* к юго-востоку, а в нижнем — к северо-западу.

В эти же годы географы установили, что огромная горная цепь, обозначавшаяся на

карте под названием Яблонового или Станового хребта, состоит из ряда самостоятельных хребтов и имеет иные очертания, чем показывали на картах.

В 1932—1933 гг. экспедиция С. В. Обручева с самолетов произвела картографическую съемку самой дальней окраины Родины — Чукотки и прилегающей к ней части материка, общая площадь которых равна Италии и Австрии.

На Дальнем Востоке большие исследования провел Владимир Клавдиевич Арсеньев, автор увлекательных, известных каждому школьнику книг «Дерсу Узала», «По Уссурийскому краю», «Сквозь тайгу», «В горах Сихотэ-Алиня».

Арсеньев окончил юнкерское пехотное училище. В 1899 г. Владимир Клавдиевич был назначен в полк, находившийся во Владивостоке. Работая топографом, он вел исследования самых глухих районов дальневосточной тайги и там познакомился с замечательным охотником-следопытом — гольдом (нанайцем) Дерсу Узала, который стал его задушевным другом и верным спутником в походах.

До 1912 г. Арсеньев исследовал рр. Улахе и Фудзин, район залива Ольга и Тетюхе, верховья рр. Иман и Бикин, девять раз пересекал хребет Сихотэ-Алинь.

Однако самые крупные исследовательские работы Арсеньев выполнил после Великой Октябрьской революции.

Тридцать лет жизни посвятил Арсеньев изучению полюбившегося ему Дальнего Востока. Он впервые снял на карту многие его районы, собрал ценные материалы о быте местных народностей, большие зоологические коллекции и гербарии. Владимир Клавдиевич был крупнейшим географом-краеведом, свободно читавшим «книгу природы». Его исследования имели большое практическое значение: они помогли осваивать природные богатства Дальнего Востока.

В 1930 г. Арсеньев руководил сразу четырьмя экспедициями, которые вели изыскание трассы железной дороги в северной части Приморья. Это путешествие было для него последним. Тяжело заболев в экспедиции, он вскоре умер.

Важные открытия были сделаны в советское время на севере Урала. Там нашли наивысшую точку Уральского хребта — гору Народную (1894 *м*), несколько самостоятельных горных кряжей и неизвестных прежде вершин, а также горные ледники.

Ранее же географы считали, что оледенения на Урале нет.

Значительные изменения претерпела карта Средней Азии. Западная часть Памира до конца 20-х годов была неизвестна. Экспедиция профессора Н. Л. Корженевского открыла здесь в 1926 г. северную часть огромного хребта, получившего имя Академии наук. В 1928 г. этот хребет и прилегающие к нему районы обследовала большая экспедиция Академии наук, в составе которой были такие видные исследователи, как О. Ю. Шмидт, Д. И. Щербаков, Н. В. Крыленко, Н. Л. Корженевский.

Возглавлял эту экспедицию, получившую название Памирской, замечательный альпинист Н. Е. Горбунов.

В средней части хребта Академии наук исследователи открыли высочайшую точку нашей Родины — пик Коммунизма (7495 *м*). Участники экспедиции обследовали среднюю и верхнюю части ледника Федченко, известного до этого лишь в своей нижней части. Было установлено, что это не только крупнейший ледник СССР, но и самый большой ледник на средних широтах Земли.

Выяснилось, что длина ледника Федченко превышает 70 *км*, а его площадь 900 *км*^{2}.

В 1931—1933 гг. продолжалось изучение Памира. Хребет Академии наук оказался длиной свыше 100 *км*; 24 вершины его имеют высоту более 6 тыс. *м*, а две превышают 7 тыс. *м*. Наивысшей точки хребта и нашей страны — пика Коммунизма впервые достиг в 1933 г. участник экспедиции знаменитый альпинист Е. М. Абалаков.

В эти же годы завершилось составление точной карты другой крупнейшей высокогорной области Средней Азии — Тянь-Шаня.

Интересные исследования проводились в 1929—1933 гг. в самом «сердце» Тянь-Шаня — в районе пика Хан-Тенгри. В 1931 г. эту вершину покорили участники экспедиции во главе с замечательным украинским альпинистом М. Т. Погребецким. В 1943 г. альпинисты открыли высшую точку Тянь-Шаня — пик Победы (7439 *м*).

Большие «белые пятна» на картах в советское время были заполнены не только в области гор, но и пустынь Средней Азии. В 1925 г. в центре Каракумов работала экспедиция А. Е. Ферсмана и Д. И. Щербакова. Здесь нашли ценное промышленное сырье. Это открытие позволило создать вскоре заводы для производства серы и других важных химических продуктов.

Крупнейший песчаный массив Средней Азии — пустыню Кызылкум — в 1932 г. впервые пере-

Юлий Михайлович Шокальский.

секла на автомобилях экспедиция А. Е. Ферсмана. Эта и последующие экспедиции нашли в Кызылкуме разнообразные минеральные богатства.

Советские географы изучили впадину Карагие («Черная пасть») на юге п-ова Мангышлак и установили, что она одна из глубочайших на Земле и самая глубокая в нашей стране. Дно впадины Карагие расположено на 132 *м* ниже уровня океана[1].

Географические открытия в советское время совершались не только в отдаленных, малонаселенных и труднодоступных местах. Слабо изученными до революции были и центральные районы. Так, на Русской равнине географы открыли новый хребет — кряж Ветреный Пояс, протянувшийся у южного побережья Онежской губы Белого моря. Этот хребет, издавна известный поморам, ни на одной старой карте не значился.

Многочисленные экспедиции изучали не только сушу, но и моря нашей Родины. Эти исследования во многом связаны с деятельностью почетного академика Юлия Михайловича Шокальского. Он прожил долгую жизнь. Юлий Михайлович стал крупнейшим ученым-океанографом еще до революции. В 1880 г. закончил гидрографический факультет Морской академии и стал руководить отделом морской метеорологии Главной физической (ныне Геофизической) обсерватории. Под руководством Шокальского создавались в России прибрежные морские метеостанции для обеспечивания мореплавателей прогнозами погоды. Первая научная работа Шокальского «О предсказаниях вероятной погоды и штормов» была опубликована в 1882 г. В том же году он стал членом Географического общества, с которым навсегда связал свою замечательную научную деятельность. В 1914 г., после смерти Семенова-Тян-Шанского, Шокальский стал во главе Общества, а в 1931 г. был избран почетным президентом.

Шокальский был ученым физико-географом с очень широким кругозором: его интересовали вопросы метеорологии, астрономии, картографии, геодезии, гидрографии. Но самые ценные его исследования — по океанографии. Капитальный труд Шокальского «Океанография», опубликованный в 1917 г.,— классическая книга о Мировом океане, о природе водной оболочки Земли. В ней обобщены все знания о гидросфере, накопленные к тому времени наукой. До наших дней работой Шокальского пользуются океанографы всего света. Огромное достоинство этого научного труда — превосходный литературный язык, которым автор ясно, порой даже с художественной выразительностью излагает самые сложные научные положения. В этом, возможно, сказалась та среда, которая окружала Шокальского в детстве. Он рос в селе Тригорском у бабушки Анны Петровны Керн[1], в доме которой глубоко чтили Пушкина. Бабушка привила мальчику любовь к стихам гениального поэта и вообще к художественному слову.

Когда наступила Великая Октябрьская революция, Шокальский, несмотря на то что был в

[1] Наиболее глубокая впадина на Земле — котловина Мертвого моря в Малой Азии. Уровень этого моря ниже уровня океана на 392 *м*, глубина моря 356 *м*.

[1] Стихотворение Пушкина «Я помню чудное мгновенье» посвящено Анне Керн. На слова этого стихотворения великий русский композитор М. И. Глинка написал известный романс, который посвятил матери Шокальского, дочери А. П. Керн.

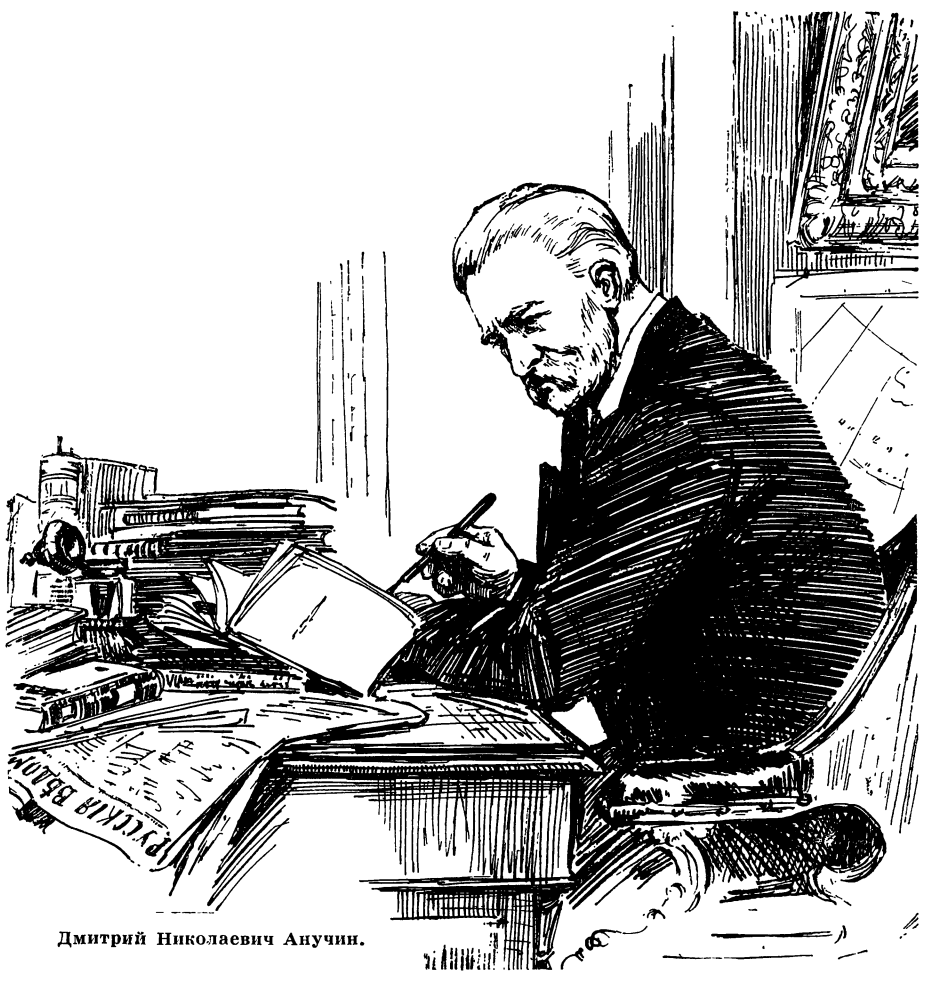
чине генерал-лейтенанта, без колебаний стал на сторону Советской власти. Он пользовался высоким авторитетом среди советских ученых, и они неизменно выбирали его своим делегатом на международные научные конгрессы. Шокальский с достоинством представлял советскую науку.

В советское время Шокальский смог осуществить свою давнюю мечту и раскрыть «загадки Черного моря». Экспедиция на Черном море, возглавляемая Шокальским, работала с 1923 по 1935 год. Это море стало одним из наиболее полно и разносторонне изученных бассейнов в мире. Велики были заслуги Юлия Михайловича Шокальского и в подготовке кадров специалистов-мореведов, среди которых впоследствии оказалось немало ученых с мировыми именами.

На Японском, Охотском, Беринговом морях в 30-х годах работали экспедиции под руководством профессора Константина Михайловича Дерюгина. Они собрали всесторонние материалы о природе этих морей.

Успехам географических открытий и исследований в советское время способствовало то огромное внимание, которое наше правительство и лично В. И. Ленин уделяли подъему народного образования на уровень, отвечающий практическим задачам построения социалистического общества. В связи с этим естественные науки, в том числе и физическая география, стали занимать все более видное место в системе университетского образования.

В решении большой государственной важности задачи — воспитания специалистов, способных проводить разнообразные экспедиционные исследования,— заслуга многих крупных ученых-географов, начавших свою деятельность задолго до Октябрьской революции. Эти люди отдали все свои силы и знания для обучения рабочей и крестьянской молодежи, заполнившей после 1917 г. аудитории высших школ. В числе таких ученых был Дмитрий Николаевич Анучин. В постановлении Советского правительства об увековечении памяти ученого он назван «крупнейшим русским географом, создателем русской университетской географической школы».



Дмитрий Николаевич Анучин.

Задолго до революции Анучин активно выступал вместе с другими прогрессивными общественными деятелями за введение географии в программу университетского обучения. В 1885 г., после того как этот вопрос был решен положительно, Дмитрий Николаевич становится первым преподавателем географии в Московском университете, а возглавляемая им новая кафедра впоследствии, уже в советское время, превратилась в географический факультет. Воспитанниками «анучинской» географической школы стали такие прославленные ученые, как Л. С. Берг, А. А. Борзов, А. С. Барков и многие другие.

Когда в 1921 г. возник вопрос о создании первого

советского «Атласа мира», то для работы над ним были приглашены по указанию В. И. Ленина Анучин и его ученик профессор А. А. Борзов.

После Анучина огромная заслуга в развитии всей системы географического образования в нашей стране принадлежит замечательному ученому-коммунисту Николаю Николаевичу Баранскому.

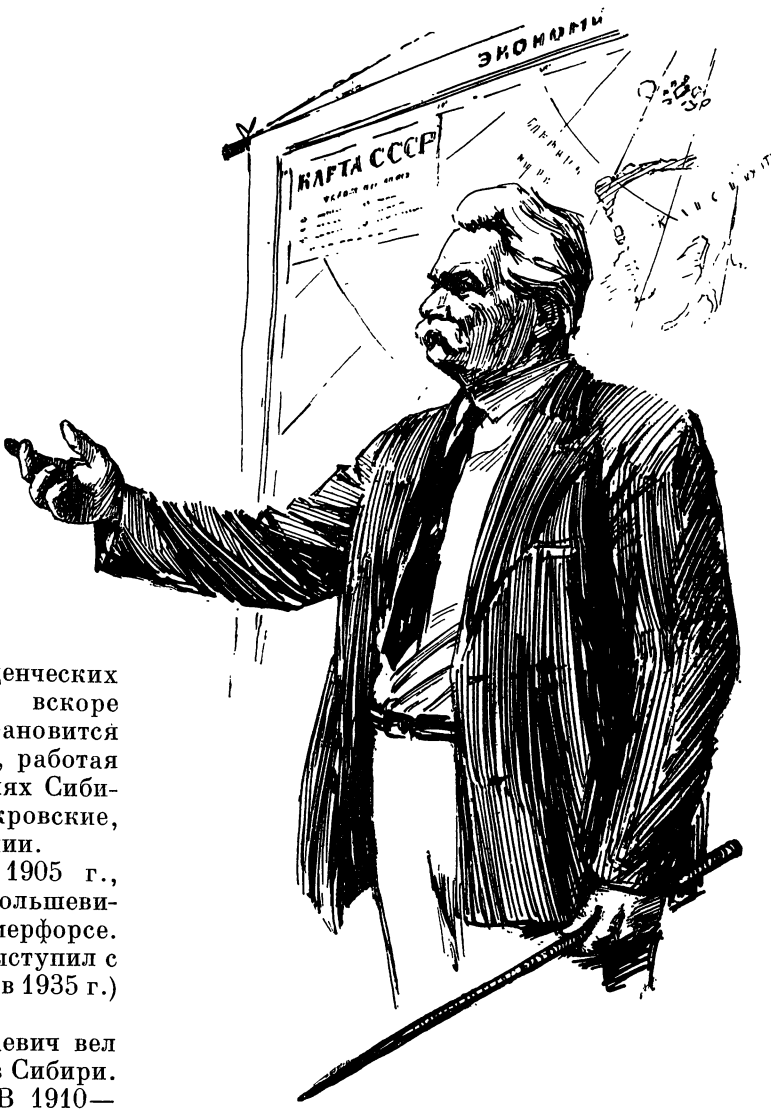
С марксизмом Баранский знакомится еще будучи гимназистом в Иркутске, где его отец был учителем. Старшие сестры юноши состояли в основанном В. И. Лениным «Союзе борьбы за освобождение рабочего класса».

В VII классе гимназии юноша вступил в революционную организацию и начал вести агитацию среди рабочих. Окончив гимназию в 1899 г., он поступил в Томский университет, но учился там недолго: за участие в студенческих выступлениях против царизма его вскоре исключили. Николай Николаевич становится профессиональным революционером и, работая в социал-демократических организациях Сибири, последовательно отстаивает искровские, ленинские позиции в рабочем движении.

Активный участник революции 1905 г., Баранский представлял сибирских большевиков на конференции РСДРП в Таммерфорсе. Здесь он познакомился с Лениным и выступил с докладом, о котором много лет спустя (в 1935 г.) вспоминала Н. К. Крупская.

В 1906—1908 гг. Николай Николаевич вел революционную работу на Украине и в Сибири. Он подвергался арестам и ссылкам. В 1910—1914 гг. Баранский учился в Московском коммерческом институте. В эти же годы он вел пропаганду среди студентов и рабочих.

После революции Баранский работал в правительственных учреждениях — Высшем Совете Народного хозяйства, Народном Комиссариате рабоче-крестьянской инспекции. Одновременно он преподавал экономическую географию в Коммунистическом университете им. Свердлова и других высших учебных заведениях. С 1926 г. Николай Николаевич целиком отдается научной и педагогической деятельности. В Московском университете он создал кафедру экономической географии. Изучение этой дисциплины стало обязательным для всех получающих высшее географическое и экономическое образование. Благодаря творческому применению Баранским положений марксизма-ленинизма и использованию опыта строительства нашего социалистического народного хозяйства экономическая география стала подлинной наукой. Из науки описательной, содержащей лишь статистические экономические данные, она превратилась в науку действенную, показывающую пути развития народного хозяйства страны, возможности использования ее природных богатств и правильного размещения производства. Баранский установил, что планировать развитие промышленности, сельского хозяйства, строительства в любом районе страны нельзя без



Николай Николаевич Баранский.

Лев Семенович Берг.

учета природных географических условий, экономических запросов соседних районов, а также страны в целом.

Н. С. Хрущев в 1960 г. в беседе со специалистами, сооружавшими Бхилайский металлургический завод в Индии, сказал: «Еще в те годы, когда я учился в Промышленной академии, профессор Баранский... разъяснял, какие данные нужно учитывать при выборе места для закладки предприятия».

Особенно много сделал Баранский для улучшения постановки географического образования в средней школе. Им созданы ценные методические пособия для преподавателей географии. Николай Николаевич требовал, чтобы преподавание географии не сводилось к перечислению географических названий и описанию тех или иных стран, а отвечало запросам практики. В 1934 г. партия и правительство приняли постановление «О преподавании географии в начальной и средней школе СССР». В нем указывалось, что изучение географии должно соответствовать задачам социалистического строительства. Баранскому было поручено составление учебника по экономической географии. По этой книге училось несколько поколений советских школьников. Учебник имел большое политико-воспитательное значение для строителей социализма.

Николай Николаевич — ученый с мировым именем. Он был крупнейшим специалистом по экономической географии СССР и зарубежных стран, особенно США. Большой вклад внес он в страноведение, в другие разделы географии. В общей сложности им написано около 500 разнообразных научных работ. Баранский принадлежит к тем ученым, значение которых определяется не только печатными работами. Он обладал редким самобытным даром речи. В блестящих выступлениях перед большими аудиториями ученых, работников просвещения, студентов, школьников, на собраниях трудящихся он щедро делился своими идеями и знаниями ученого-марксиста. Слышавший хотя бы однажды Николая Николаевича или беседовавший с ним запоминал навсегда эту встречу. Огромное обаяние его личности — в принципиальности, прямоте, скромности, простоте обращения. Главная черта этого ученого-коммуниста — страстная преданность любимому делу — развитию географии на благо Родины.

Широкое распространение географического образования в нашей стране, разнообразные экспедиционные исследования способствовали развитию географической науки в целом, а также формированию ее новых отраслей.

К числу таких молодых географических дисциплин, ставших самостоятельными в 20 — 30-е гг., относятся мерзлотоведение, карстоведение, палеогеография, биогеография. При этом физическая география не только не распалась на составные части, а, наоборот, из науки об отдельных сторонах географической среды она превратилась в цельное учение о единстве и взаимосвязанности природных элементов — рельефа, климата, почв, растительности и животного мира. В развитии физической географии виднейшее место принадлежит академику Льву Семеновичу Бергу, знаменитому естествоиспытателю-энциклопедисту нашего времени.

Экспедиционную деятельность Берг начал с обследования соленых озер на юге Западной Сибири, а затем в продолжение трех лет (1900—1902) изучал Аральское море. В 1903 г. он исследовал Балхаш и Иссык-Куль, а в 1904 г.— рыбные промыслы бассейна Волги.

В 1905 г. Берг стал работать в Зоологическом музее в Петербурге. Он написал ряд классических трудов по ихтиологии[1], а также книгу «Аральское море», за которую ему в 1909 г. присудили степень доктора географических наук.

Позже Берг проводил исследование природы Черниговской губернии, на основе которого создал новую теорию образования лёсса. Он считал, что лёсс образуется на месте, а не отлагается из принесенных ветром частиц песка и глины.

После революции Берг — профессор географии в Ленинградском университете. Он вел большую работу в Географическом обществе, президентом которого состоял с 1940 г. до своей кончины в 1950 г.

Развивая учение В. В. Докучаева о зонах природы (см. т. 4 ДЭ), Берг написал широко известные книги «Географические зоны Советского Союза» и «Природа СССР». В этих работах Берг изложил свое учение о географических ландшафтах. Он показал, что земная поверхность делится на обширные естественные пояса, в которых почвы, климат, растительный покров и животный мир закономерно сочетаются. В пределах больших природных зон Берг выделил меньшие природные области — ландшафты, имеющие также свой характерный природный облик.

Берг занимался самыми различными вопросами физической географии и зоологии. Им созданы многие интересные теории и гипотезы, поднявшие мировой авторитет нашей науки.

Важные исследования в советский период выполнили наши ученые не только на Родине, но и за рубежом. Особенно плодотворными были экспедиции Николая Ивановича Вавилова, одного из наиболее выдающихся путешественников нашего времени.

Вавилов в 1911 г. получил образование агронома и в молодости не думал, что эта специальность приведет его в самые отдаленные места Старого и Нового Света. Но, заинтересовавшись особенностями географического распространения культурных растений, он стал посещать заседания Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, на которых обычно председательствовал Анучин. Маститый ученый во многом способствовал развитию интереса Вавилова к изучению географии растений.

В 1913 г. Николай Иванович поехал за границу и работал в лабораториях у виднейших представителей мировой агробиологической науки.

Николай Иванович Вавилов.

[1] Раздел естествознания, посвященный изучению рыб.

Вернувшись в 1914 г. в Россию, Николай Иванович продолжает агрономические исследования и ведет педагогическую работу, а в 1916 г. совершает первое большое путешествие в Иран, Фергану, на Памир, где находит неизвестные формы хлебных злаков. В 1919—1920 гг. он изучает полевые культуры Поволжья и Заволжья.

В 1921 г. Вавилов едет в командировку за границу для возобновления прерванных мировой войной и интервенцией международных научных связей нашей страны. Он побывал во многих государствах Западной Европы и в США, еще не признавших Советского государства. Николай Иванович достойно выполнил трудное поручение. Несмотря на бешеную кампанию клеветы белых эмигрантов и прямое противодействие ряда буржуазных правительств, он сумел рассказать иностранным ученым правду о нашей стране.

Обобщая материалы своих экспедиций и все известные в мировой науке данные о географии растений, Вавилов создал теорию происхождения культурных растений. Ученый пришел к выводу, что они появились одновременно с зарождением древних цивилизаций, которые возникали в различных областях суши и в неодинаковых природных условиях. Вавилов посвятил свою жизнь выявлению всех полезных растений земного шара (как культурных, так и диких) и использованию их для нужд нашего социалистического государства. С этой целью ученый при прямом содействии В. И. Ленина организовал Всесоюзный институт растениеводства.

Для сбора полезных растений ученый совершил ряд замечательных путешествий. В 1924 г. он ездил в Афганистан и первым из европейцев проник в его восточную пограничную с Индией область Кафиристан. За эту экспедицию, прошедшую караванными путями 5 тыс. *км*, Географическое общество присудило Вавилову золотую медаль имени Пржевальского.

В 1925 г. Николай Иванович отправился в экспедицию в Хивинский оазис, впервые применив самолет в Средней Азии для научных целей.

Результаты исследований Вавилова по географии растений уже к этому времени оказались настолько ценными, что он был в числе первых пяти ученых, удостоенных премии имени Ленина, установленной в 1926 г.

Особенно выдающееся путешествие Николай Иванович совершил в 1926—1927 гг. Он исследовал почти все страны Средиземноморья, а затем Сомали, Эфиопию, Эритрею.

В 1929 г. Вавилов путешествовал по Казахстану, Киргизии, Северному Китаю, Японии, Корее. В 1930—1933 гг. он охватывает своими маршрутами огромные территории в Северной, Центральной и Южной Америке.

В эти же годы в других странах всех континентов (кроме одной Антарктиды) работали экспедиции сотрудников Вавилова. Таким образом, исследованиями, подчиненными единой цели, был охвачен весь земной шар. В результате Советский Союз стал обладателем наиболее полной и ценной по сравнению с другими государствами коллекции полезных растений, насчитывающей 200 000 образцов. Одновременно Вавилов организовал всестороннее изучение возможностей лучшего использования этих растений в сельском хозяйстве различных природных зон СССР. Под руководством Вавилова опыты велись на 115 станциях. В результате удалось вывести многие ценные сорта пшеницы и других сельскохозяйственных культур, занявших в наши дни огромные площади колхозов и совхозов.

Последняя экспедиция ученого была в канун Отечественной войны на территории воссоединенных с нашей Родиной западных областей Белоруссии и Украины.

Он был президентом Сельскохозяйственной академии им. В. И. Ленина. В 1931 г. Вавилов стал президентом Географического общества.

Он участвовал на многих международных конгрессах ученых.

В 1943 г. не стало этого замечательного ученого и человека — он пал жертвой произвола в период культа личности.

Великая Отечественная война не приостановила изучения природы страны. Она только в значительной мере подчинила эти исследования интересам обороны. Усиленными темпами продолжались картографические работы, поиски минерального сырья и других природных богатств.

Небывалый размах приняли экспедиционные работы в послевоенные годы.

Ученые обнаружили новые ледники на севере Урала и в Средней Азии и значительное распространение ледников на Индигирско-Охотском водоразделе. За последние 10—15 лет значительно изменилось представление о горном оледенении Алтая, где в наши дни стало известно около 800 ледников общей площадью в 600 *км*^{2}.

В 1957—1958 гг. интересные исследования провела первая в мире заоблачная дрейфующая станция, созданная советскими ледоведами по

программе МГГ[1], на леднике Федченко. Домик лабораторию ученых установили на льду, движущемся со скоростью до 1 *м* в сутки. Небольшой коллектив ученых и альпинистов работал два года на высотах до 5 тыс. *м* над уровнем моря. На такой высоте зимой ранее не бывали люди. Отважные разведчики «высокогорной Арктики» вели разносторонние научные наблюдения, прошли сотни километров по неизведанным ледникам и ущельям и совершили восхождения на многие прежде неизвестные или безымянные вершины. В результате карта этого района Памира была значительно уточнена. На ней появились новые названия, например: ледники Щербакова, Улугбека, Спутник, МГГ, МГУ и др. Изучение режима ледника Федченко показало, что быстрее всего он движется в средней части, где его скорость до 360 *м* в год. В верхней и нижней зонах лед движется вдвое медленнее. Исследование верхней части ледника показало, что начинается он выше, чем предполагали. Общая длина ледника Федченко—77 *км*. Вся же площадь оледенения Памира (в пределах СССР) превышает 8 тыс. *км*^{2}, что немногим меньше Онежского озера, а количество воды, скованной в ледниках Памира, равно объему воды Аральского моря.

Изучение ледников имеет огромное народнохозяйственное значение. Многие большие реки начинаются в ледниках, в том числе Аму-Дарья, Сыр-Дарья и Зеравшан. Воды этих рек используются для орошения полей. Чем больше водоносность рек, тем большая площадь может быть отвоевана у пустынь и занята под посевы и сады, тем больше можно получить и гидроэлектроэнергии. Ученые добиваются увеличения водоносности рек с ледниковым питанием.

Так, например, проводятся опыты: затемняют поверхность льда каменноугольной пылью, что резко усиливает поглощение солнечных лучей и таяние ледников.

Чтобы реки несли больше живительной влаги, в горах должно быть больше снега. Зимой 1963 г. в Западном Тянь-Шане на высоте 3 тыс. *м* начала работать необычная экспедиция, вызывающая искусственные снегопады. Ученые «вносят» в облако химическое вещество, способствующее образованию снега. Делают это с помощью специальных минометных снарядов, а также аэростатов и воздушных шаров.

[1] МГГ — Международный геофизический год — исследования геофизических явлений и процессов нашей планеты учеными различных стран по единой программе, проведенные в 1957—1958 гг. и продолженные в 1959 г.

Планомерное исследование открытых просторов морей и океанов стало возможно с вступлением в строй в 1949 г. самого крупного тогда в мире специального экспедиционного судна «Витязь», настоящего плавучего научно-исследовательского института.

Свой первый рейс, во время которого опробовалось научное и техническое оснащение, «Витязь» совершил в еще слабо изученное Охотское море, где ученые обнаружили несколько подводных возвышенностей и впадин. Со следующего рейса «Витязь» приступил к последовательному изучению Тихого, а затем Индийского океана.

В 1953 г. экспедиция на «Витязе» под руководством Л. А. Зенкевича исследовала Курило-Камчатскую впадину и нашла здесь глубину в 10 542 *м*. Со дна ее удалось добыть разнообразных животных и доказать существование жизни на самых больших глубинах.

Во время последующих плаваний «Витязя» были измерены глубины величайших впадин Мирового океана. На дне океана открыты десятки подводных гор, долин и возвышенностей, которым присвоены имена известных отечественных ученых. Впервые стало возможно составить достоверную карту рельефа морского дна.

Много нового удалось выяснить при изучении течений на различных глубинах с помощью особого инструмента — «буйковой станции», изобретенной Н. Н. Сысоевым. Этот океанолог создал много новых великолепных приборов для исследований океанов. С их помощью выяснили, что даже на глубине в 1000 *м* течения бывают очень сильными, но обычно идут в направлении, обратном поверхностным. В местах, где глубина океана велика, от поверхности до дна может существовать несколько противоположно направленных движений водных масс толщиной в несколько сот метров: весь океан, таким образом, как бы «слоистый».

Исследования в Атлантическом океане с 1957 г. ведет экспедиционный корабль «Михаил Ломоносов». Экспедиции на этом судне особое внимание уделяют изучению взаимодействия между океаном и сушей, а также вопросам теплообмена между океаническими водами и атмосферой. Собранные ценные материалы существенно пополнили сведения о климате и общей циркуляции атмосферы в Северной Атлантике.

В 1958 г. на просторы океана вышла первая подводная лаборатория «Северянка», переоборудованная из подводной лодки. На «Северянке»

ученые впервые могли изучать поведение рыб и других организмов в глубинах океана. Это имеет большое практическое значение. Исследователи пришли, например, к заключению, что можно значительно увеличить добычу рыбы за счет облова более глубоких слоев океана, чем это практикуется теперь.

С 1958 г. ведет магнитные наблюдения советское немагнитное судно шхуна «Заря» — с деревянным корпусом и металлическими частями из латуни и других немагнитных сплавов. Экспедиции «Зари» позволили составить новые, чрезвычайно важные для судовождения магнитные карты Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Кроме того, наблюдения «Зари» дали новые материалы о вековых изменениях магнитного поля Земли (см. стр. 56).

Совсем недавно научный флот нашей страны пополнился новыми исследовательскими судами, в том числе такими совершенными, как «Петр Лебедев» и «Сергей Вавилов». На них ведут разнообразные наблюдения в умеренных и тропических зонах Мирового океана.

Нельзя составить прогноза погоды без знания условий погоды в открытом океане. Поэтому с каждым годом увеличивается количество «кораблей погоды». Трудную метеорологическую вахту в просторах Тихого океана несут великолепные суда Гидрометеорологической службы СССР «Всейков» и «Шокальский».

Советские исследователи с успехом решают и задачу овладения «промысловой целиной» океана — его огромными открытыми пространствами, в которых прежде не вели добычу рыбы. Для этого в нашей стране создан специальный научно-промысловый флот. Ученые не только открывают неизвестные прежде промысловые районы, но и разрабатывают новые приемы добычи морских организмов. Например, широкое распространение получил способ лова каспийской кильки на электрический свет, введенный в практику профессором П. Г. Борисовым.

Десятки советских экспедиционных судов изучают Мировой океан, и уже теперь наши ученые располагают новейшими разносторонними материалами почти по всему Мировому океану.

Может быть, читатель подумает, что в результате многолетних непрекращающихся работ тысяч экспедиций природа земного шара уже изучена и нет нужды в новых путешествиях и исследованиях. Но такое предположение ошибочно.

Современная география занимается преимущественно не открытием и описанием новых земель и стран, а изучением Земли с целью преобразования природы в интересах народного хозяйства. Ученые нашей страны разрабатывают проекты обводнения пустынь и осушения заболоченных пространств, сооружения каскадов электростанций, сети новых дорог и строительства крупных промышленных предприятий. В решении этих задач велика роль географической науки. Ведь для того чтобы взять у природы ее богатства, разумно учесть и использовать природные особенности местности, нужно хорошо знать природу и законы ее развития. Поэтому география нашего времени тесно связана со многими другими науками и, пожалуй, наиболее тесно — с геофизикой и геохимией. Геофизика особенно бурно развивалась последние годы в связи с развитием техники, которая вооружила ученых радиолокаторами и телеметрическими приборами, радиотелескопами и электронными инструментами, атомными установками и ракетами. Эта сложнейшая техническая аппаратура фиксирует не видимые, не слышимые, не осязаемые человеком проявления физических процессов — магнитных, электрических, молекулярных и др. Чтобы уловить эти процессы и изучить явления, необходимы одновременные наблюдения на всей планете — на суше, в океане, в атмосфере, в недрах Земли и в высотах космоса. Но для этого нужны согласованные действия ученых разных стран. Вот почему в 1957—1959 гг. был проведен Международный геофизический год (МГГ). В нем участвовали ученые 66 стран, работавшие по единой программе. Активным участником этого важного в истории науки события стала наша страна. Советские ученые вели наблюдения на 500 станциях от Северного полюса до далекой Антарктиды (см. стр. 365), от Калининграда до Чукотки, на просторах всего Мирового океана. По программе МГГ работали 4 тыс. научных станций, а наблюдения проводили 30 тыс. специалистов разных стран.

Научные достижения МГГ оказались огромными. Материалы его еще не полностью обработаны, но уже стало ясно, что мы живем в эпоху потепления климата Земли, что атмосфера простирается намного дальше, чем предполагали прежде, что вокруг Земли расположены радиационные пояса, что метеоров в окрестностях нашей планеты оказалось меньше, чем думали, и многое другое.

Успех исследований по единому плану вдохновил ученых многих стран на новые согласо-

ванные работы. Уже разработан план в СССР и США, по которому осуществится бурение земной коры до 10—15 *км* (см. стр. 54).

В 1964 г. намечено провести Международный год спокойного Солнца (МГСС), когда его активность будет низкой и материалы наблюдений можно будет сопоставить с результатами МГГ. Исследованием глубоких недр Земли и далеких просторов космоса география поднимется на новую высокую ступень. Человек вступил в век познания Вселенной, в эпоху овладения законами природы, определяющими облик любой части географической оболочки Земли.

Советская наука на этом пути занимает почетное место.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКИХ ШИРОТ

Покорение полярных стран, занимающих обширные пространства вокруг географических полюсов,— одна из самых увлекательных страниц в истории научного завоевания Земли.

За полярными кругами северного и южного полушарий расположены самые холодные места нашей планеты. Тут царствуют жестокие морозы и студеные ветры, снежные метели и мрак полярной ночи. Люди стремились в северные ледовитые моря, чтобы найти новые места для промысла рыбы и морского зверя, освоить эти моря для судоходства.

Путешественники прилагали величайшие усилия, чтобы познать крайний север и юг земного шара. Их героическая борьба с суровой природой, мужество и отвага заслужили общее признание и уважение, а географические открытия навсегда вошли в историю науки.

ПОКОРЕНИЕ АРКТИКИ

Первым, кто сообщил европейцам о морях, покрытых льдами, был греческий астроном Пифей (см. стр. 286).

В средние века дальние плавания в северных морях в поисках рыбы и морского зверя совершали норманны (варяги). Норманнский промышленник Отер прошел из Северного моря в Белое вокруг мыса Нордкап. Эйрик Рыжий открыл в 982 г. о-в Гренландия. Его сын Лейф возглавил поход из Гренландии на поиски новых земель. Около 1000 г. норманны открыли берега Северной Америки под 40° с. ш.

Русские мореходы на лодьях и кочах — крепких трехмачтовых судах собственной постройки — смело ходили в далекие моря Арктики за пушниной, на промысел рыбы и морского зверя. Уже в XII—XV вв. новгородцы разведали берега Кольского п-ова и Белого моря и поселились там. Русские поморы, как свидетельствуют летописи, положили начало плаванию во льдах и были постоянными исследователями Северного Ледовитого океана. Они открыли о-ва Новая Земля, Колгуев, Медвежий, Землю Грумант (Шпицберген). Русским принадлежит честь открытия всего Европейского и Азиатского приполярного Севера, за исключением северной окраины Скандинавского п-ова.

Замечательные географические открытия были сделаны экспедициями англичан и голландцев, которые отыскивали кратчайший путь к богатствам Востока вдоль северных берегов Америки и Евразии. Эти морские трассы, проходящие севернее Полярного круга, известны в географии под названием Северо-Западного и Северо-Восточного проходов.

В конце XV в. Джон Кабот, итальянец на английской службе, и его сын Себастьян Кабот достигли северо-восточного побережья Америки. Английские суда прошли вдоль восточных берегов континента. Однако сплошные льды вынудили путешественников вернуться.

Спустя несколько десятилетий неудачей окончилась и другая английская экспедиция — под руководством Хью Уиллоуби и Ричарда Ченслора (1553—1554). Она пыталась найти путь в восточные страны вдоль европейского и азиатского побережий Северного Ледовитого океана. Но экспедиции удалось достичь лишь о-ва Колгуев. Многие ее участники вскоре погибли.

Еще две английские экспедиции — в 1556 и 1580 гг.,— устрашившись громадных ледяных полей в Карском море, отказались от попытки продолжать плавание на северо-восток. В судовых журналах этих экспедиций остались записи о том, что на всем пути англичане встре-

чали следы пребывания русских рыбаков и охотников.

Голландцы из экспедиции известного мореплавателя Виллема Баренца (1594) назвали сплошную ледяную преграду под 77° с. ш. у западных берегов Новой Земли «стадом гигантских лебедей». Не сумев пройти Северо-Восточным проходом, два судна вернулись назад, а двум другим удалось пробиться только в Карское море.

Однако неудача не остановила голландцев. В следующем году они снарядили еще одну экспедицию из шести кораблей, груженных товарами для торговли с Китаем и Индией. Но и она отказалась у Новой Земли продолжать плавание. К этому ее вынудили тяжелые торосистые льды, цинга и сильные морозы. Это была самая крупная голландская экспедиция в Арктику.

Печально окончилась и третья, последняя экспедиция голландцев, направившаяся в 1596 г. на поиски Северо-Восточного прохода. Она достигла о-ва Шпицберген, сделала несколько географических открытий, но из-за непроходимых льдов не могла продвинуться дальше. Судно Баренца остановилось на севере Новой Земли. Началась очень тяжелая арктическая зимовка. В 1597 г. Баренц скончался. Тело его опустили в море, которое впоследствии назвали Баренцевым. Спутников Баренца спасли от голода русские, промышлявшие зверя и рыбу.

Попытки мореплавателей XVI в. найти Северо-Восточный проход из Европы в Восточную Азию не увенчались успехом.

Стремясь получить большие выгоды от торговли с далекими восточными странами, Англия в конце XVI и в начале XVII в. вновь попыталась достичь их кратчайшим путем — северными морями Америки. С этой целью английские моряки совершили несколько выдающихся плаваний. Среди них особое место занимают плавания М. Фробишера, Г. Гудзона и В. Баффина. Экспедиции этого периода положили начало исследованию Канадского архипелага, впервые изучили природу айсбергов, закончили открытие всего северного побережья Лабрадора и доставили много научных сведений.

Русские мореходы во главе с Семеном Дежневым в 1648 г. обогнули северо-восточную оконечность Азии и открыли пролив, отделяющий Азию от Америки, названный впоследствии Беринговым. Дежнев первым совершил плавание из Ледовитого океана в Тихий. Его именем назван самый крайний восточный мыс Азии.

Во время Великой Северной экспедиции в 1733—1743 гг., в которой приняли участие тысячи людей, на карту было нанесено почти все северное побережье России. Многочисленные отряды экспедиции исследовали моря и северное побережье Сибири на протяжении 10 тыс. *км*. В результате путешествия В. Беринга и А. Чирикова было открыто на значительном протяжении и северо-западное побережье Америки (см. стр. 306).

Участник экспедиции Семен Челюскин в 1742 г. достиг самой северной точки Азии. Этот мыс носит его имя.

Из Тихого океана в Атлантический вдоль побережья Северной Америки прошла на нартах с запада на восток в 1853 г. английская экспедиция Р. Мак-Клура. Лишь спустя полвека (1903—1906) Р. Амундсен на судне «Йоа» совершил плавание с востока на запад от Гренландии до Аляски и исследовал этот проход.

В 1878—1879 гг. Северо-Восточным проходом с запада на восток впервые прошла за две навигации экспедиция А. Норденшельда на паровом судне «Вега». Она была организована шведами совместно с русскими.

Примечательными событиями в истории покорения Арктики ознаменовались конец XIX и начало XX в. Знаменитый норвежский полярный исследователь Фритьоф Нансен совершил в 1893—1896 гг. на корабле «Фрам» плавание, стремясь достичь Северного полюса. Дрейфующими льдами судно отнесло к 83°59′ с. ш., откуда Нансен со спутником Иогансеном пошли к полюсу, но с 86°14′ с. ш. возвратились обратно, удачно выйдя к Земле Франца-Иосифа. Во время дрейфа «Фрама» в Ледовитом океане Нансен провел важные исследования океанских глубин и течений, наблюдал за движением льдов.

Спустя 40 лет советский ледокольный пароход «Георгий Седов» дрейфовал 812 дней из моря Лаптевых в Гренландское море параллельно линии дрейфа нансеновского «Фрама» и несколько раз пересекал ее. Полярники достигли 86°39′ с. ш., где не бывало еще ни одно судно.

Как показало сравнение научных материалов обоих дрейфов, в Арктике происходят серьезные климатические изменения.

Выдающийся русский флотоводец и ученый,

Участники Великой Северной экспедиции на полуострове Таймыр.

На обороте: Мощные советские теплоходы доставляют отважным исследователям Антарктиды все необходимое. —▶

вице-адмирал Степан Осипович Макаров впервые в мире в 1899 г. на ледоколе «Ермак» плавал в районе о-ва Шпицберген. Спустя два года Макаров возглавил на «Ермаке» экспедицию к Новой Земле и Земле Франца-Иосифа. Ледоколы, способные преодолевать крепкие льды и проводить караваны транспортных судов, открыли новую страницу в истории освоения Арктики.

Большой вклад в изучение Арктики внесла и другая русская экспедиция — на шхуне «Заря» под командованием Э. Толля (1900—1902). Ее путь лежал к Новосибирским о-вам. Во время зимовок экспедиция обследовала архипелаг Норденшельда и побережье п-ова Таймыр. Толль с тремя спутниками пропал без вести, после того как они покинули шхуну, чтобы найти Землю Санникова. Поиски ее вели многие экспедиции, но только советские исследователи в 1938 г. окончательно установили, что такая «земля» не существует.

Выдающимися географическими достижениями прославили свои имена В. А. Русанов, Г. Я. Седов, Г. Л. Брусилов, Б. А. Вилькицкий и другие русские полярные исследователи. Преодолевая трудности, они открыли новые пути, накопили богатейший материал о природных явлениях в почти неизученных областях.

Экспедиция В. Русанова, одна из трех русских экспедиций, предпринятых в 1912 г., чтобы пройти по Северному морскому пути с запада на восток, окончилась трагически. Русанов направился на судне «Геркулес» к о-ву Шпицберген и открыл там залежи каменного угля. Отсюда он намеревался достичь Берингова моря, но в Карском море пропал без вести. Лишь в 1934—1936 гг. советские мореплаватели обнаружили на островах у западного побережья п-ова Таймыр вещи, документы и остатки лагеря Русанова и столб с надписью «Геркулес», 1913 г.».

Другой русский полярный исследователь, лейтенант Г. Брусилов, решил проплыть в Тихий океан вдоль побережья Сибири через Югорский Шар. Паровую шхуну экспедиции «Св. Анна» сковали льды в Карском море у п-ова Ямал. Судно долго дрейфовало, и его вынесло в полярный бассейн. В 1914 г. под 83°17′ с. ш. в районе, расположенном к северу от Земли Франца-Иосифа, штурман экспедиции Альбанов с 13 матросами оставили шхуну. Путешественники пошли пешком по дрейфующему на запад льду. Альбанов и матрос Конрад добрались до Земли Франца-Иосифа, где их подобрало судно Г. Седова «Св. Фока». Все остальные участники экспедиции на шхуне «Св. Анна» погибли.

Русский флаг развевался над ледокольными пароходами «Таймыр» и «Вайгач», которые под командованием Б. А. Вилькицкого прошли Северным морским путем в 1913—1915 гг. с востока на запад с одной зимовкой. Эти суда водоизмещением по 1200 *т* были построены на Невском судостроительном заводе в Петербурге специально для изучения Северного морского пути.

Хорошо оснащенная экспедиция Б. А. Вилькицкого описала берега и прилегающие к ним острова от Берингова пролива до устья Енисея, составила мореходные карты и лоции. Она открыла архипелаг Северная Земля, о-ва Малый Таймыр, Старокадомского, Вилькицкого и Ляхова. В 1915 г. оба судна прибыли в Архангельск. Обширные материалы экспедиции облегчили освоение морской трассы вдоль побережья Европы и Азии.

Нашей стране принадлежит первенство в полетах авиации над арктическими льдами. В 1914 г. на Новую Землю был доставлен самолет — гидроплан типа «Фарман» — для поисков пропавших экспедиций Русанова, Брусилова и Седова.

Русский военный летчик И. Нагурский на самолете совершил первые полеты в Арктике. Машина развивала скорость около 100 *км* в час. Несмотря на туманы и штормы, Нагурский несколько раз обследовал берега Новой Земли.

Применение авиации стало поворотным пунктом в истории Арктики. Сотни советских самолетов установили воздушное сообщение вдоль побережья Северного Ледовитого океана, они снабжают всем необходимым быстро растущие поселки, новые полярные станции. Авиацию стали широко использовать для научных исследований. Пионером в этом стал морской летчик Б. Чухновский.

Знаменитый полярный летчик М. Бабушкин впервые в истории Арктики совершил посадку на лед. Это произошло в 1927 г. в Белом море. Авиацию начали использовать для проводки транспортных судов во льдах.

Развитие советской полярной авиации сделало возможным в 1935 г. совершить несколько выдающихся перелетов. В. Галышев зимой пролетел от Москвы до бухты Тикси более 10 тыс. *км*. Длина пути перелета В. Молокова из Красноярска до мыса Дежнева и о-ва Врангеля превысила 13 тыс. *км*. М. Водопьянов совершил перелет Москва — мыс Отто Шмидта, а оттуда на о-в Врангеля.

Весной 1941 г. полярный летчик И. Черевичный достиг на четырехмоторном самолете «СССР Н-169» района Полюса относительной недоступности (81° с. ш.). Экспедиция совершила три посадки на лед. Базой экспедиции был выбран о-в Врангеля. Летающая лаборатория позволила ученым собрать ценные материалы о совершенно неизученной области. Были измерены глубины океана в этом месте, получены важные метеорологические данные. Экспедиция открыла новый этап в истории систематических исследований Полярного бассейна.

К СЕВЕРНОМУ ПОЛЮСУ

Особое место в истории полярных исследований занимает покорение географических полюсов нашей планеты, к которым стремились экспедиции ученых разных стран. Их походы были сопряжены с неимоверными трудностями и стоили немалых жертв. 23 года жизни посвятил достижению Северного полюса американец Роберт Пири. В 1909 г. он дошел до полюса.

Георгий Яковлевич Седов.

В 1912 г. выдающийся полярный исследователь старший лейтенант Георгий Яковлевич Седов снарядил первую русскую экспедицию к Северному полюсу. До этого он плавал в арктических морях, исследовал часть Новой Земли и нанес на карту Крестовую Губу.

Проект экспедиции к полюсу, представленный Седовым царским властям, был отклонен, но это не остановило исследователя. Преодолевая огромные трудности, пользуясь поддержкой передовых ученых, Седов благодаря частным пожертвованиям собрал средства на экспедицию.

Он нанял для своего смелого похода парусно-паровое судно «Св. Фока».

Плавание было очень трудным, но корабль, несмотря на сильные штормы и плотно сплоченные льды, пробивался на север вдоль берегов Новой Земли. Необычайно тяжелая ледовая обстановка в Баренцевом море помешала Седову достичь Земли Франца-Иосифа, и он был вынужден зазимовать на Новой Земле. Зимовку Седов использовал для научных наблюдений и составления карты северной части острова.

Только в сентябре 1913 г., после того как льды освободили судно, можно было продолжать плавание. Дойдя в том же месяце до Земли Франца-Иосифа, экспедиция расположилась на вторую зимовку — в бухте, которую Седов назвал Тихой. Топлива не было, котлы потухли, судно поставили на мель, чтобы оно не затонуло. Свирепствовали морозы. У многих началась цинга, заболел ею и Седов. Но этот мужественный человек не оставлял мысли о достижении Северного полюса.

15 февраля 1914 г. Седов с двумя спутниками — матросами А. М. Пустошным и Г. В. Линником — вышел в поход к полюсу. Им предстояло пройти 2 тыс. *км*.

«Я выступаю в путь не таким крепким, как нужно и каким хотелось бы быть в этот важнейший момент,— сказал он, прощаясь с товарищами.— Пришло время, и мы начнем первую попытку русских достичь Северного полюса. Трудами русских в историю исследования Севера вписаны важнейшие страницы, Россия может гордиться ими. Теперь на нас лежит ответственность оказаться достойными преемниками наших исследователей Севера. Но я прошу: не беспокойтесь о нашей участи. Если я слаб — спутники мои крепки. Даром полярной природе мы не дадимся».

Через несколько дней Седов почувствовал себя плохо, он сильно простудился и стал тяжело дышать, по вечерам его знобило. Здоровье его все ухудшалось, он часто терял сознание. Переходы из-за плохой погоды становились труднее. 5 марта Седов скончался. Похоронив на о-ве Рудольфа своего любимого начальника, Пустошный и Линник возвратились на судно.

Руал Амундсен.

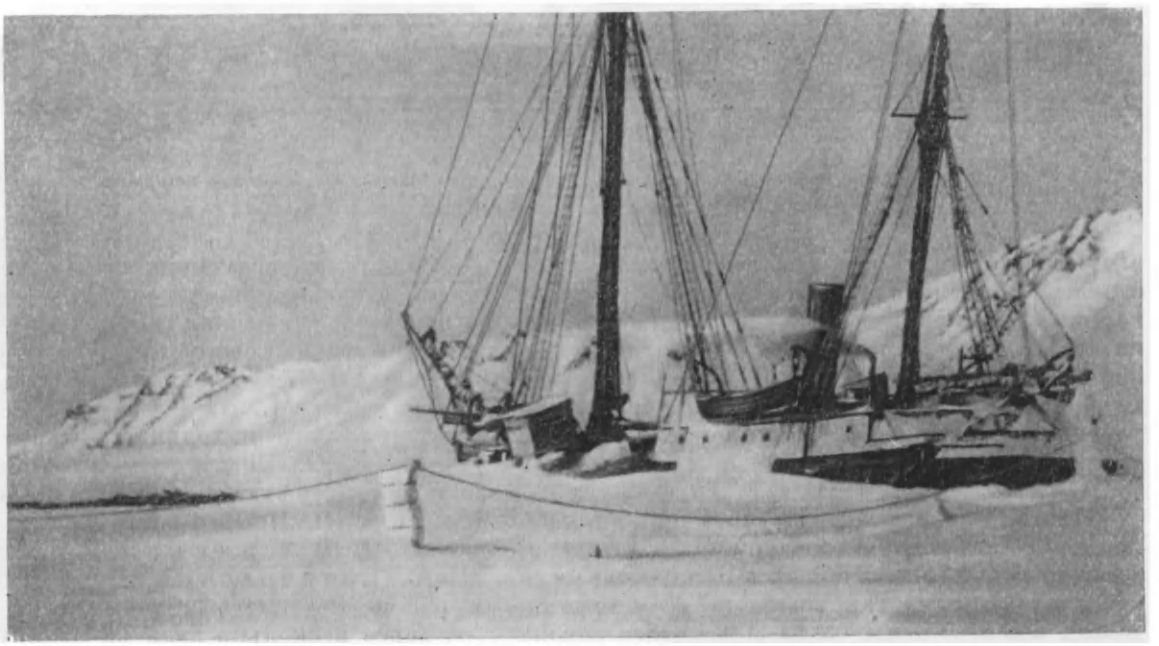
Ценные научные материалы экспедиции Седова широко использовали советские исследователи. Вблизи мыса, названного именем Седова, откуда этот отважный полярник начал свой героический поход к Северному полюсу, в 1929 г. была сооружена полярная обсерватория.

Попытки проникнуть к Северному полюсу воздушным путем предпринимались до этого не раз. Гибелью шведского инженера Соломона Андре и двух его спутников закончился полет к полюсу на воздушном шаре «Орел» в 1897 г.

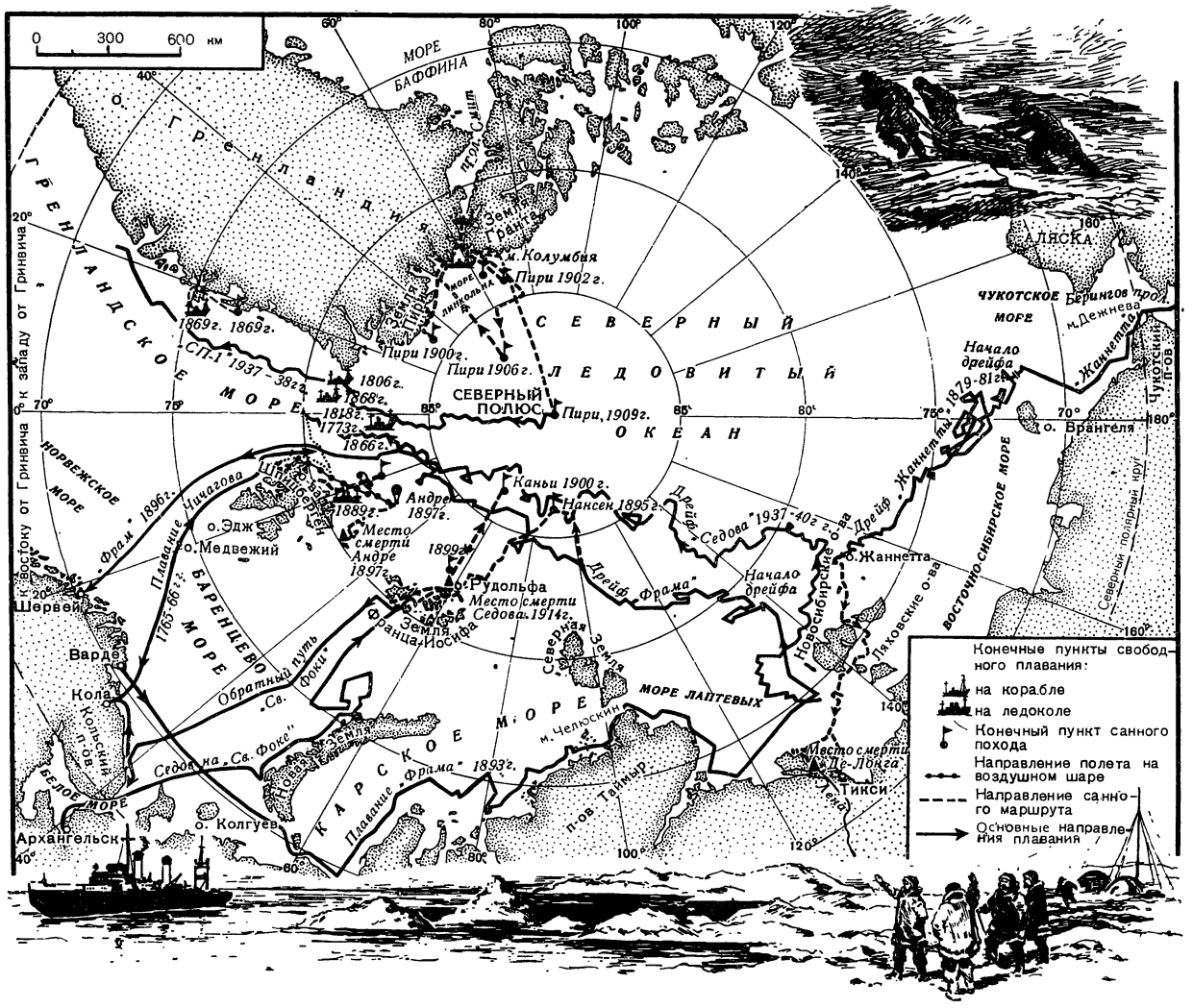
В 1925 г. норвежец Руал Амундсен и американец Элсуэрт вылетели к полюсу на двух гидропланах. На 87°43′ с. ш. они совершили вынужденную посадку. Один самолет погиб при сжатии льдов, а на уцелевшем экспедиция возвратилась на о-в Шпицберген, а оттуда пароходом в Норвегию. В следующем году достигли полюса и сделали круг над ним американец Ричард Бэрд на самолете и Руал Амундсен на дирижабле «Норвегия». Однако никто из этих путешественников даже не пытался высадиться в районе Северного полюса.

ОТВАЖНАЯ ЧЕТВЕРКА

Возможность плавания на всем протяжении от Баренцева моря до Берингова пролива в одну навигацию впервые в истории доказала в 1932 г. экспедиция на ледокольном пароходе «Сибиряков». После исторического похода «Сибирякова» в том же году было образовано Главное управление Северного морского пути. Его задачей стало освоение Северного морского пути, гигантской полярной магистрали из Атлантического в Тихий океан. Эта трасса соеди-



Судно Седова «Св. Фока» на зимовке.



На этой карте показано, как отважные исследователи пытались достигнуть Северного полюса.

няет советские порты в Европейской части страны с портами Дальнего Востока. Она вдвое короче морского пути через Суэцкий канал и Индийский океан. В связи с этим значение научно-исследовательских работ в Арктике еще более возросло. Началось планомерное, систематическое и широкое изучение арктических морей, исследование их ледового режима.

Стало очевидным, что изучить по-настоящему прибрежные моря невозможно, пока океан, частями которого они являются, будет оставаться неисследованным. Так возникла идея организовать в центральной части Ледовитого океана дрейфующую станцию.

Советская воздушная экспедиция была направлена к Северному полюсу, чтобы высадить там научный персонал для изучения центральных областей Северного Ледовитого океана.

21 мая 1937 г. флагманский самолет под командованием М. В. Водопьянова, на борту которого находились начальник экспедиции О. Ю. Шмидт, четыре сотрудника будущей дрейфующей станции — И. Д. Папанин, П. П. Ширшов, Е. К. Федоров, Э. Т. Кренкель и кинооператор М. А. Трояновский, приземлился на лед в районе Северного полюса.

Через несколько дней на льдину, где была создана научная дрейфующая станция «Север-

ный полюс», три других самолета экспедиции, пилотируемые В. С. Молоковым, А. Д. Алексеевым и И. П. Мазуруком, доставили снаряжение.

Папанинцы сразу же приступили к научным наблюдениям и передавали их результаты по радио на материк. В программу входили исследования течений и глубин океана, температуры и химического состава воды в различных слоях, элементов магнитного поля Земли, метеорологические и другие наблюдения. Это был очень напряженный физический труд. Чтобы получить, например, данные о глубине океана, приходилось руками крутить лебедку непрерывно несколько часов. Движок, который мог бы облегчить эту работу, экспедиция не могла взять с собой из-за его большого веса.

Зимовщики жили в тесной палатке. Источником тепла и света служила керосиновая лампа, а пищу готовили на примусе. Много неудобств доставляла смена промокшей насквозь одежды при температуре —10° внутри палатки. Брились участники дрейфа один раз в месяц — 21 числа.

Уже первые наблюдения на станции дали науке ценные сведения о центральной части Полярного бассейна.

Оказалось, что направление магнитной стрелки у полюса отличалось от ранее рассчитанного на 10—20°. В Северном Ледовитом океане на глубине от 250 до 750 *м* был обнаружен слой относительно теплой воды атлантического происхождения. Впервые была точно определена глубина океана у Северного полюса — 4290 *м*. Предположение о бедности животного мира океана оказалось ошибочным. С глубин в 100 *м* планктонная сеть доставляла моллюсков, личинок, медуз, рачков. Далеко на Севере, под 88° с. ш., зимовщики встретили белых медведей, морских зайцев, нерп, чаек, пуночек.

Опираясь на данные станции «Северный полюс», летом 1937 г. совершили свои замеча-

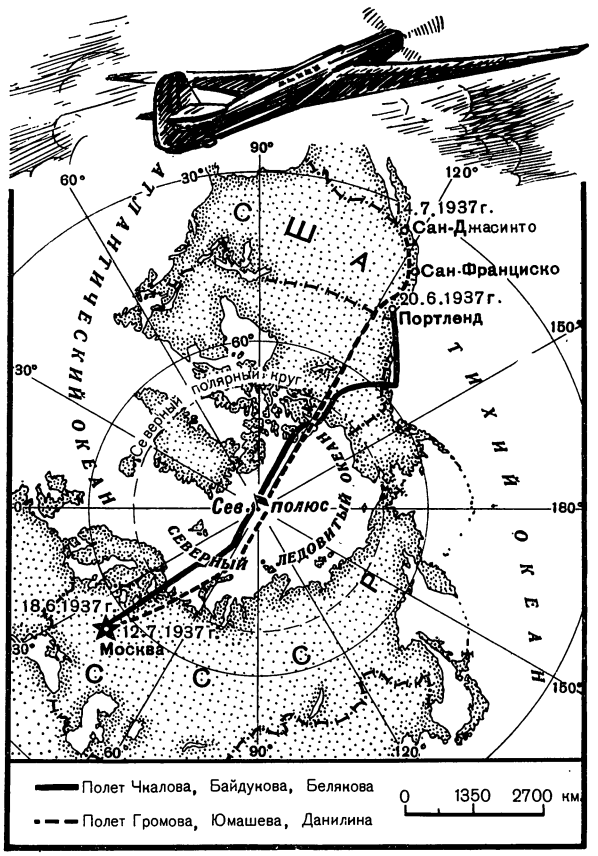
П. П. Ширшов, Э. Т. Кренкель, И. Д. Папанин и Е. К. Федоров.

тельные трансарктические перелеты из СССР в Америку летчики В. П. Чкалов, Г. Ф. Байдуков и А. В. Беляков на АНТ-25 и М. М. Громов, А. Б. Юмашев и С. А. Данилин на АНТ-25-1. Эти полеты показали замечательную технику советской авиации и высокое мастерство наших пилотов.

В январе скорость дрейфа станции резко увеличилась. Все чаще происходило сжатие льдов, все ощутимее стали колебания льдины. 20 января ее рассекла большая трещина, которая отделила палатку с научными приборами от лагеря. Во время многодневного шторма в ночь на 1 февраля 1937 г. льдина раскололась на несколько частей. Одна трещина прошла под хозяйственным складом, другая — отрезала две базы с горючим и продовольствием. Отважная четверка оказалась перед лицом смертельной опасности, и только мужество помогло им выдержать борьбу с разбушевавшейся стихией.

19 февраля 1938 г. к остаткам льдины, размеры которой сократились до 1500 $м^2$, одновременно подошли ледокольные пароходы «Таймыр» и «Мурман», и уже через несколько часов все имущество дрейфующей станции и ее героические зимовщики были в безопасности.

274 дня продолжался этот беспримерный 2500-километровый дрейф на льдине четырех отважных советских полярников, обогативших науку ценнейшими материалами.



Карта маршрутов великих перелетов летом 1937 г.

Первая дрейфующая станция «Северный полюс» (1937).

ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИКИ В НАШИ ДНИ

Первая дрейфующая станция «Северный полюс» положила начало двум совершенно новым способам исследования Ледовитого океана: при помощи воздушных высокоширотных экспедиций и дрейфующих станций. В наши дни ведут исследования дрейфующие станции «Северный полюс-13» и «Северный полюс-12». В 1961 г. была организована с помощью мощного атомного ледокола «Ленин» станция «Северный полюс-10». Создание атомного ледокола открывает еще более широкие возможности в освоении богатств Советской Арктики и дальнейшего развития народного хозяйства северных районов нашей страны. Кроме того, в Арктике ученые ведут большие работы на ледоколах и морских судах, на полярных береговых и островных станциях, которых уже больше сотни.

Научные дрейфующие станции «Северный полюс» за четверть века прошли более 40 тыс. *км* — расстояние, равное экватору Земли.

Советские ученые-полярники за последние три десятилетия провели в Арктике свыше 500 воздушных, морских и наземных экспедиций. В результате этих работ получены точные научные представления о животном и растительном мире, о рельефе дна Северного Ледовитого океана, геологическом строении его берегов, свойствах водных масс арктических морей, ледяном покрове океана и дрейфе льдов, о магнитных явлениях, протекающих на Севере.

Коренным образом изменились представления о рельефе дна Арктического бассейна. Его представляли в виде корытообразной впадины. Строение дна оказалось сложным: глубокие котловины сменяются значительными подводными хребтами. Арктический бассейн от Новосибирских о-вов до Гренландии и о-ва Элсмира (Канадский архипелаг) пересекается мощным подводным хребтом Ломоносова. Длина этого хребта около 1800 *км*, он поднимается на 2500—3000 *м* над ложем океана; наименьшая глубина над ним 954 *м*. Кроме этого подводного хребта, обнаружены другие горные цепи. Одна из них — хребет Менделеева — тянется параллельно хребту Ломоносова на 1500 *км* от Земли Гранта до о-ва Врангеля.

Подводные хребты Арктического бассейна расчленяют его на две крупные котловины: приатлантическую (котловина Нансена), глубина которой колеблется в пределах 4—5 тыс. *м*, и притихоокеанскую (котловина Бофорта) с преобладающими глубинами 3—4 тыс. *м* и с наибольшей известной глубиной 4689 *м*.

В последние годы в Арктике проводится запуск метеорологических ракет. Полученные с их помощью сведения совершенно изменили существовавшее ранее представление о циркуляции воздушных масс. Теперь известно, что погода формируется не только в тропосфере (см. стр. 192), но и в толще стратосферы. Широко применяются автоматические радиовехи и радиометеорологические станции. Их ежегодно устанавливают на дрейфующих льдах Арктического бассейна. Передавая в определенные часы радиосигналы, эти установки позволяют следить за дрейфом льдов и основными элементами погоды. Таким образом получают ценные дополнения к наблюдениям дрейфующих станций. Все это дает возможность составлять прогнозы погоды и ледовой обстановки.

С мужеством, упорством и настойчивостью работают советские ученые на дрейфующих станциях. Вместе с полярным льдом они совершают сложный путь по Северному Ледовитому океану, подвергаясь постоянной опасности попасть в разверзающиеся трещины или под обломки льда, когда образуются торосы. Летом жилища полярников заливает вода, а в долгую ночь заносит снег. Холод и вьюга, дробление льдов, мрак полярной ночи не прерывают систематических наблюдений, хотя иной раз всем приходится бросать работу и спасать лагерь: переносить его в более спокойное место.

Советские полярники открыли многие тайны Арктики и помогли проложить Северный морской путь из Атлантики в Тихий океан. Теперь арктическая трасса объединяет в единую транспортную систему могучие северные реки Обь, Енисей, Лену и дает выход в океан богатствам Сибири и Крайнего Севера. Регулярное судоходство в арктических морях способствует быстрому развитию народного хозяйства советского Заполярья.

Неузнаваемо изменилась Арктика за годы Советской власти. На неизведанных когда-то северных берегах Сибири выросли морские порты, благоустроенные города, промышленные предприятия, радиоцентры, научные обсерватории. Крупные населенные пункты Севера имеют школы, клубы, библиотеки, больницы, магазины. Ежегодно по трассе Северного морского пути проходят сотни кораблей, летают самолеты. Радиослужба обеспечивает бесперебойную радиосвязь с любым пунктом Заполярья. Советская Арктика перестала быть диким и заброшенным краем.

Советским морякам принадлежит честь первооткрывателей подводных путей под суровыми льдами Северного полярного бассейна. Наши подводники еще в начале 30-х годов уверенно плавали подо льдами. Легендарный поход совершила атомная подводная лодка «Ленинский комсомол», которая во время одного из плаваний в Арктическом бассейне дважды прошла подо льдами Северного полюса.

В отличие от Северо-Восточного Северо-Западный проход практически не используется, так как в этом нет необходимости.

ВЕЛИКИЙ БЕЛЫЙ МАТЕРИК— АНТАРКТИДА

Величайшие усилия и самоотверженность проявил человек, стремясь познать природу южнополярной области Земли — Антарктики. Здесь, в центральной части южного полушария, расположен огромный холодный необитаемый материк Антарктида, который омывают воды Атлантического, Индийского и Тихого океанов.

Первыми людьми, увидевшими берега одетой в ледяной панцирь Антарктиды, были участники русской кругосветной экспедиции 1819—1821 гг. под командованием Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева. Произошло это 27 января 1820 г., когда парусные корабли «Восток» и «Мирный» на 2°35′ з. д. достигли широты 69°28′. Эта дата вошла в историю географической науки как день величайшего географического открытия XIX в. — открытия Антарктиды. Экспедиция Беллинсгаузена — Лазарева положила начало систематическому научному изучению шестого материка.

Проходили годы, и одна за другой на крайний юг Земли отправлялись экспедиции ученых различных наций. Славные страницы в историю познания антарктической области вписали французы и англичане, американцы и немцы, австралийцы и норвежцы. Преодолевая грозные опасности и великие трудности плавания среди мощных льдов и огромных ледяных гор — айсбергов, они проникали все дальше к югу и шаг за шагом срывали завесу тайн, которой окутан безмолвный белый материк и окружающие его океанические пространства.

Постепенно стали вырисовываться очертания берегов загадочного континента, становились известными его своеобразные климатические условия.

В первой половине XIX в. крупные географические открытия сделали три антарктические экспедиции: французская — под начальством Ж. Дюмон-Дюрвиля (1837—1840), американская — во главе с Ч. Уилксом (1838—1842) и английская — под руководством Д. Росса (1839—1843). Французские исследователи открыли на востоке материка часть побережья, названного Землей Адели; американцы — Землю Уилкса. Россу принадлежит честь открытия Великого ледяного барьера и моря, получивших впоследствии его имя.

Только спустя три четверти века после открытия Антарктиды человеку впервые удалось высадиться на континент. Это сделала норвежская экспедиция на судне «Антарктик» в 1895 г. Ее участник — ученый-натуралист К. Борхгревинк, отправившийся в экспедицию рядовым матросом, собрал на Антарктическом материке образцы горных пород и растений. Через несколько лет Борхгревинк возвратился в Антарктиду, но уже в роли руководителя большой экспедиции на судне «Южный крест» (1898—1900). Этот ученый провел и пер-

Экспедиционный корабль Р. Скотта «Терра-Нова».

вую зимовку на шестом континенте. Она продолжалась 9 месяцев.

В XX столетии в Антарктиде были десятки научных экспедиций. 14 декабря 1911 г. известный полярный путешественник норвежец Руал Амундсен первым достиг Южного полюса. Спустя месяц, 17 января 1912 г., до этой самой южной точки Земли дошел англичанин Роберт Скотт, трагически погибший со своими четырьмя спутниками на обратном пути к береговой базе.

Самое широкое научное исследование Антарктиды было предпринято учеными 12 государств в Международном геофизическом году (1957—1958) и в последующие годы. Человечество узнало за короткий срок о природе шестого материка больше, чем за всю предшествующую историю.

Никогда еще Антарктический материк не населяло столько людей, сколько в этот период. Сотни ученых в различных частях континента по единой программе вели разнообразные наблюдения. Они установили, что охлаждающее влияние ледяного материка распространяется далеко на север воздушными потоками и океаническими течениями. Эти сведения важны для точного предсказания погоды. Геологи исследовали обнажения коренных пород, чтобы познать историю происхождения континента и его строения. Это даст возможность лучше изучить строение всего земного шара. Огромный научный интерес представляют наблюдения над полярными сияниями, космическими лучами, магнитными и ионосферными бурями, которые обладают наибольшей силой в полярных областях. Изучается животный и растительный мир Антарктики.

Начиная с 1955 г. Советский Союз снарядил девять антарктических экспедиций, которые основали на побережье и в глубине ледяного материка 14 научных станций, в том числе в районе Полюса относительной недоступности (82°6′ ю. ш., 54°58′ в. д.), Южного геомагнитного полюса (78°27′ ю. ш., 106°52′ в. д.), считающегося Полюсом холода нашей планеты (24 августа 1960 г. здесь была зарегистрирована самая низкая на земном шаре температура воздуха —88°,3).

Работы советских ученых завоевали всеобщее признание. Были сделаны важные географические открытия в центральных районах Антарктиды, на побережье и в южнополярных водах.

Обширная область Антарктики получила более правильное географическое освещение. Открыто и нанесено на карты более 300 новых географических объектов: крупные горные хребты, долины, заливы, острова. Благодаря научно-исследовательским походам санно-тракторных поездов, которые прошли около 30 тыс. *км*, и исследованиям с самолетов удалось выяснить основные черты рельефа поверхности Антарктиды.

Роберт Скотт

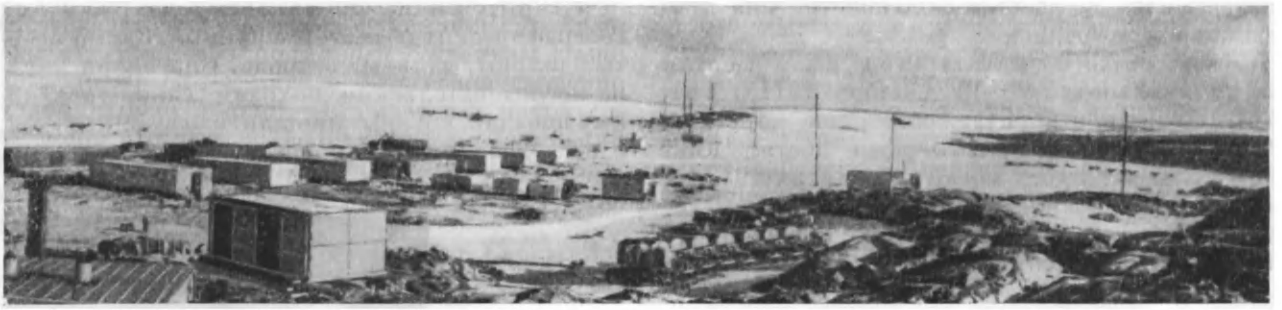
Исключительно ценные материалы получены в труднейших внутриконтинентальных походах советских исследователей по маршрутам Мирный — Полюс относительной недоступности (1958), Мирный — Южный географический полюс (1959), Восток — Полюс относительный недоступности — Молодежная (1964).

В 1956 г. на Южном полюсе была организована американская станция Амундсен—Скотт.

Крупным достижением советской техники были перелеты турбовинтовых самолетов ИЛ-18 и АН-10 по маршруту Москва — Антарктида — Москва в 1961 и в 1963 гг. Использование таких воздушных кораблей открывает большие возможности для исследования самых недоступных областей Антарктиды.

С помощью сейсмических исследований (см. стр. 101) было установлено, что Антарктида — материк, а не группа островов, как это предполагали.

Антарктида — единственный материк Земли, на котором до сих пор сохранились природные условия ледниковой эпохи. Он занимает



Советский поселок Мирный в Антарктиде.

14 млн. $км^2$, и почти вся эта площадь скована огромной толщей льда. Антарктида намного больше Европы и почти в два раза превышает территорию Австралии.

Южный полярный материк расположен в центре антарктической области, за пределами Южного полярного круга, и отделен от населенных земель безбрежными водами Тихого, Индийского и Атлантического океанов.

Обращает на себя внимание большая высота Антарктического материка. Средняя высота Европы и Азии 830 *м* над уровнем моря, Австралии — 340 *м*, а всех континентов Земли (без Антарктиды) — 725 *м*, а Антарктиды — 2200 *м*! Это в значительной степени объясняется мощным ледниковым щитом, покрывающим ее.

В географическом отношении и по геологическому строению полярный материк делят на две части: Восточную и Западную. Граница между ними проходит почти в меридиональном направлении по линии море Уэдделла — море Росса. Оба эти моря глубоко врезаются в континент.

Поверхность Восточной Антарктиды представляет собой огромный ледяной купол. Его склоны незаметно повышаются от берегов в глубь материка. Горы здесь занимают сравнительно небольшое пространство и располагаются вблизи побережья. Западная Антарктида — горная складчатая страна, расчлененная высокими хребтами и долинами.

Между массивами гор, отдельные вершины которых достигают 6 тыс. *м*, лежат обширные ледяные плато.

Через весь материк на 5 тыс. *км* тянется, прорезая ледяной покров, грандиозная горная цепь. Почти вдоль всего побережья встречаются нунатаки — скалистые выступы горных пород. На о-ве Росса в Западной Антарктиде есть действующий вулкан Эребус высотой 4023 *м*, а неподалеку от него — потухший вулкан Террор. В Восточной Антарктиде близ советской обсерватории Мирный высится потухший вулкан Гаусс.

Из-за суровости климата лед и снег образуют необычайно мощный покров, получивший название Великого ледяного щита. Нигде на Земле нет такого огромного скопления льда, как в Антарктиде. Советские ученые полагают, что сконцентрированные здесь запасы снега и льда составляют 28—32 млн. $км^3$. Таяние такой массы льда повысило бы современный уровень Мирового океана на несколько десятков метров. Многие прибрежные области обитаемых стран оказались бы под водой.

Максимальная мощность ледяного щита Антарктиды в центральных областях материка превышает 5 тыс. *м*, а средняя мощность — 2200 *м*. В прибрежной зоне толщина ледникового покрова резко сокращается. Его перерезают гигантские трещины, вызванные движением льда, который под влиянием собственного веса медленно сползает, растекается, словно вар, из центра к окраинам. Ширина некоторых трещин достигает 200 *м*, а глубина — многих сотен метров. Там, где ледяной щит непосредственно граничит с океаном, его края обрываются в воду отвесными стенами, так называемыми береговыми барьерами, высотой от 10 до 50 *м*.

В некоторых местах льды движутся в виде «ледяных рек» (ледников) и ледопадов необычайной красоты. По окраине Великого ледяного щита образовались шельфовые ледники — накопления льдов толщиной в 200—300 *м*. Бóльшая часть шельфового ледника плавает, и лишь участки его опираются на морское дно.

Края шельфовых ледников, обращенные к морю, очень неустойчивы, и от них откалываются айсберги столообразной формы. Иные достигают гигантских размеров. В ноябре 1957 г. недалеко от о-ва Скотта американская экспедиция с борта ледокола «Глэсиер» наблюдала

айсберг длиной 375 *км* и шириной около 100 *км*. Его площадь составляла почти 40 тыс. *км*^{2}.

В Антарктиде около полутора десятков шельфовых ледников. Самый большой из них — ледник Росса. Его площадь около 500 тыс. *км*^{2}, т. е. равна площади Черного и Белого морей, вместе взятых. Длина этого ледника — 950 *км*, ширина северного барьера превышает 80 *км*.

В недалеком прошлом антарктический ледниковый покров был более мощным, чем теперь. Как установили советские ученые, край ледника в районе, прилегающем к Мирному, находился на 100 *км* севернее, а толщина его была больше на 300—400 *м*.

Антарктиду не всегда покрывали льды. Миллионы лет назад это была теплая страна с пышной растительностью. Об этом свидетельствуют значительные месторождения каменного угля, открытые на материке. В 1959 г. советские полярные исследователи нашли в песчаниках мыса Хорн Блафф, в восточной части Антарктиды, обуглившиеся остатки древесины и отпечатки листьев растений, произраставших здесь, как полагают, 200—250 млн. лет назад.

Лишь небольшая площадь оледенелого материка свободна в прибрежной зоне ото льда. Вдоль побережья Антарктиды, особенно в ее восточной части, нередко встречаются скалистые мелкосопочники, или, как их называют, «оазисы». В них множество невысоких (100—150 *м* над уровнем моря) округлых или плосковершинных скалистых возвышенностей. Многие впадины здесь заняты озерами. Оазисы сравнительно небольшие.

Площадь одного из самых крупных — оазиса Бангера (включая прилегающие к нему острова) — равняется 425 *км*^{2}.

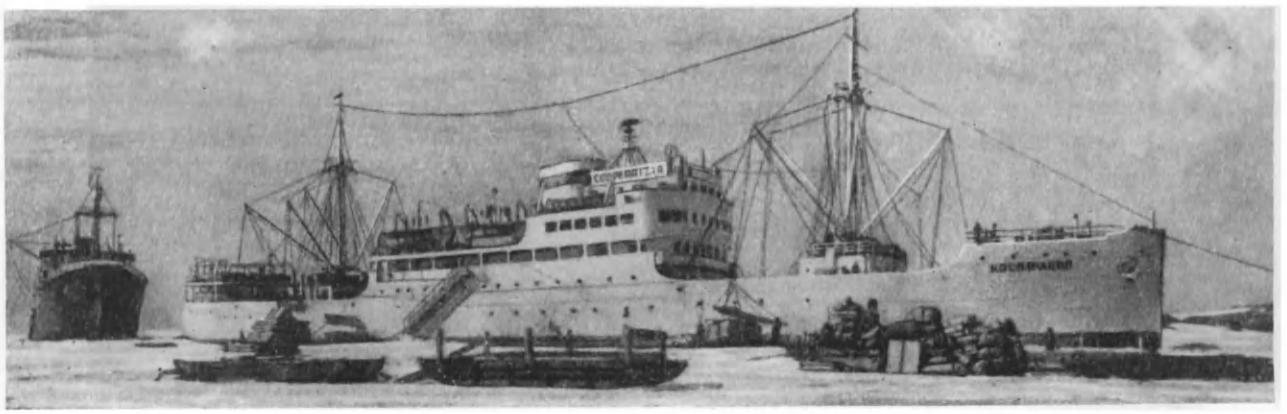
В Антарктиде горные породы разрушаются особенно быстро. От усиленной солнечной радиации и исключительно низких температур поверхность скал и валунов растрескивается. Под воздействием частых ветров развивается так называемое ячеистое (эоловое) выветривание. Воздушные струи колоссальной скорости с мириадами мелких кристалликов льда выдувают, вытачивают и уносят наиболее растрескавшиеся частицы пород, постепенно образуя на их месте пустоты удивительно замысловатых форм.

Колоссальные массы льда делают Антарктиду холодильником нашей планеты, самой холодной областью земного шара, которая влияет на климат не только южного полушария, но и всей Земли.

Термометр редко показывает здесь положительную температуру. Даже летом температура воздуха на побережье лишь в редкие дни поднимается выше нуля. В обсерватории Мирный, например, за 1956 г. было отмечено 354 дня с морозами!

В результате сильного охлаждения воздуха над ледниковым плато во внутренних областях материка намного холоднее, чем на побережье. Здесь царит вечный мороз. 24 августа 1960 г. на советской внутриконтинентальной станции Восток был зарегистрирован абсолютный минимум температуры воздуха на нашей планете —88°,3. Такого холода никто раньше на Земле не наблюдал.

Суровые морозы в центральных частях Южного полярного континента объясняются и тем, что сверкающая белизной снежная и ледяная поверхность почти полностью отражает солнечные лучи в мировое пространство.



Разгрузка теплохода «Кооперация» у поселка Мирный.

Атомоход «Ленин» во льдах Арктики.

Но не только из-за морозов суров климат Антарктиды. Большую часть года на материке свирепствуют неистовые холодные ветры, достигающие силы урагана, и жестокие снежные бури. В Мирном за первый год работы советской экспедиции отмечено 262 дня со штормами и ураганами. Скорость ветра при этом превышала 15 *м/сек*, а порой достигала 45 *м/сек*, т. е. 200 *км/час*!

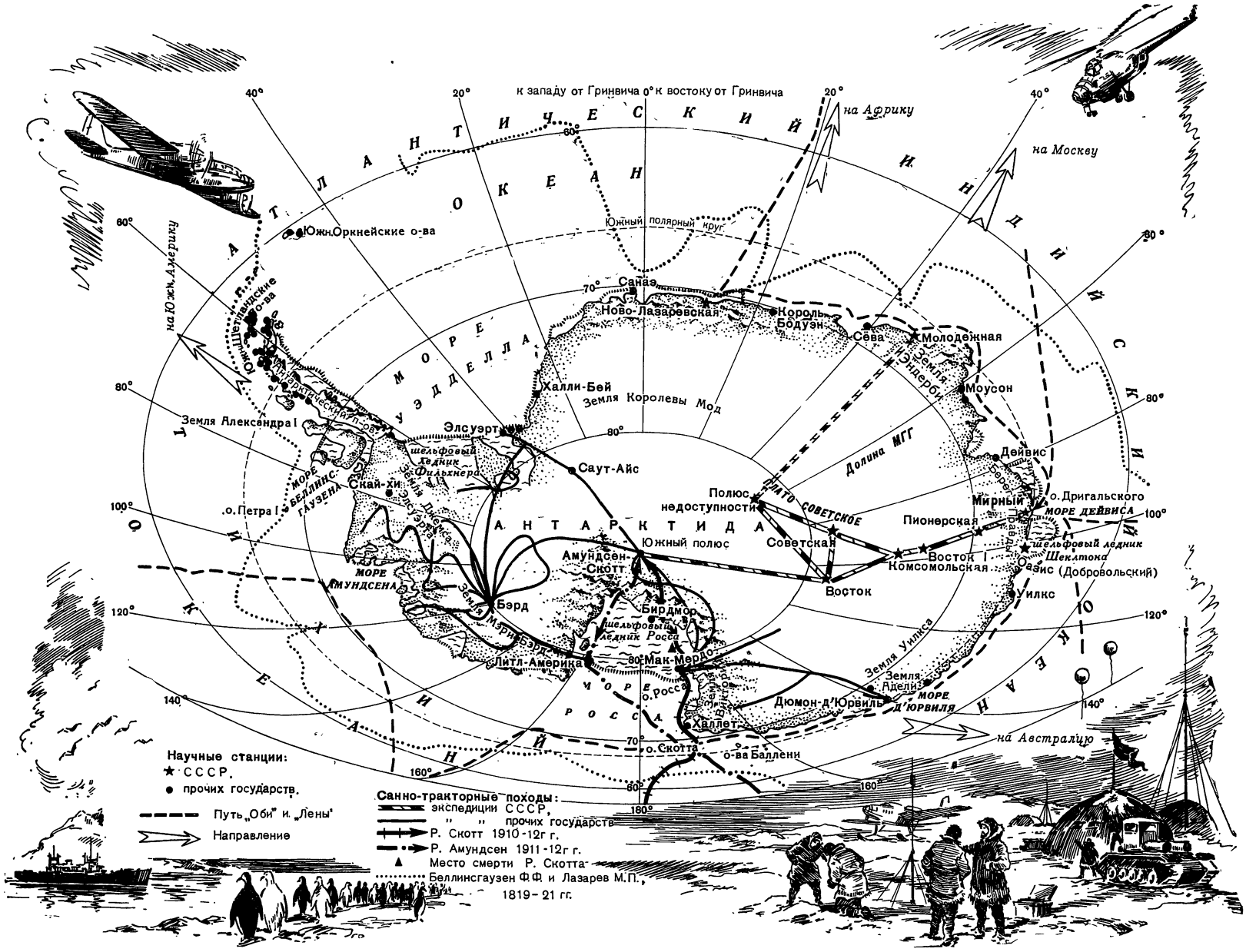
Из-за сурового климата животный и растительный мир Антарктиды беден. Здесь нет ни одного дерева или кустика. Лишь на некоторых оголенных скалах встречаются лишайники и мхи. Вся жизнь связана с морем и сосредоточена на побережье и прибрежных островах. У берегов материка обитают тюлени, пингвины, поморники, буревестники, капские голуби.

* * *

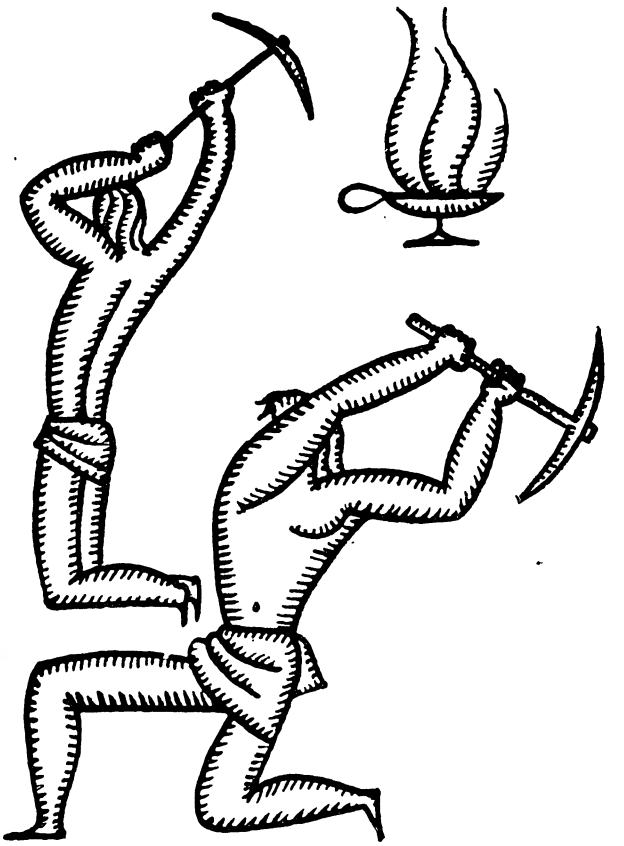
Белые пустыни Арктики и Антарктики поглотили немало отважных исследователей — ученых и моряков. Ими двигала вперед вера в собственные силы, желание выйти победителями в борьбе с суровой природой, познать ее тайны. Выдающиеся успехи в этой борьбе чередовались с поражениями. Как не вспомнить слов, сказанных Фритьофом Нансеном:

«Кто хочет видеть гений человечества в его благороднейшей борьбе с суеверием и мраком, тот пусть прочтет о людях, которые с развевающимися флагами стремились в неведомые края. Человеческий дух не успокоится до тех пор, пока и в этих странах не станет доступна каждая пядь земли, пока не останется здесь ни одной неразрешенной загадки».

Зимовщики переезжают из Мирного на выносную научную станцию.



Карта Антарктиды. На карте показаны научные станции, ведущие исследования, и пути экспедиций.



ИССЛЕДОВАНИЯ НЕДР ЗЕМЛИ

ИЗ ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКИ

ГОРНЯКИ — ПЕРВЫЕ ГЕОЛОГИ

С древнейших времен люди добывали в земных слоях полезные ископаемые. В каменном веке использовался кремень для изготовления орудий. Позднее стали добывать руды меди и олова для выплавки бронзы (из нее отливали топоры, клинки ножей, наконечники копий и стрел), а затем железные руды.

В средние века горный промысел был развит в Европе, в Индии, Китае и в других странах. В Западной Европе и в России уже добывалось много руд металлов, каменной соли, минеральных красок.

Горняки пробивали глубокие шахты и подземные галереи. Работая в шахтах, люди узнали, что песчаники, сланцы и известняки залегают слоями, а среди них встречаются пласты различных полезных ископаемых — каменного угля, белой глины, из которой изготовляют посуду, и др. Иногда же слои пересекаются жилами руд меди, цинка и свинца. В некоторых пластах земли встречаются морские раковины.

Так при поисках и разработке залежей полез-

ных ископаемых накапливались знания о строении земной коры. Но никто не мог ответить на вопрос, как произошли горные породы и откуда в них появились морские раковины.

ЗАРОЖДЕНИЕ ГЕОЛОГИИ

Еще знаменитый итальянский художник, инженер и исследователь «вещей природы» Леонардо да Винчи (1452—1519) пришел к выводу о переменах на земной поверхности, происходивших в далеком прошлом. Когда при проведении каналов в его руки попали окаменелые раковины, он понял, что суша, на которой найдены раковины, некогда была дном отступившего древнего моря, а раковины остались от обитавших в нем моллюсков.

Однако мнение Леонардо противоречило взглядам современных ему ученых и церковников. Его противники утверждали, будто земная поверхность осталась неизменной со времени «сотворения» мира, о котором рассказано в древнееврейской книге — библии. Они считали найденные в каналах раковины «игрой природы» или утверждали, что раковины образовались в земных пластах под влиянием «света звезд». Лишь немногие из современников Леонардо, как, например, врач Фракасторо (1478—1553), высказывали здравые мысли о происхождении окаменелых раковин, встречающихся в земных слоях. Примерно в середине XVII в. мнение Леонардо да Винчи было подтверждено исследованиями строения земной коры.

Триста лет назад датчанин Нильс Стено (1638—1686) пытался разгадать тайну происхождения земных слоев. Путешествуя по Италии, он внимательно изучал обнажения земных пластов. Встречая окаменелые раковины и кости рыб, Стено также задумывался над вопросом, как очутились они в земных слоях на суше. Он правильно решил, что на месте находок раковин когда-то было море, на дне которого и отложились пласты горных пород с остатками морских животных. Позднее же, когда море отступило, дно высохло и стало сушей.

Но осадки на дне морей ложатся горизонтальными слоями, а пласты в горах наклонны. Как же объяснить это явление?

И Стено решил, что горизонтальные пласты были подняты действием подземных паров и огня или наклонены вследствие провалов. Он уже различал осадочные породы и вулканические, образовавшиеся из застывших лав.

О своих наблюдениях и выводах Стено написал сочинение, но оно скоро было забыто. Современники Стено не могли представить себе, что земная поверхность когда-либо испытывала подобные изменения. Им казалось, что горы и моря всегда были на тех же местах, где находятся и теперь, и имели тот же вид. Понадобилось еще много наблюдений, чтобы убедить людей в изменчивости земной поверхности. Так возникла геология — наука о Земле, или, точнее, о земной коре.

Леонардо да Винчи.

Позднее начали заниматься исследованиями земной коры ученые и других стран. В первой половине XVIII в. в России начал работу гениальный ученый Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765), основоположник русской геологии.

В молодости Ломоносов посетил в Германии много рудников. Осматривая в них разрезы земной коры и изучая образцы горных пород, он приобрел большие геологические познания. По возвращении на родину, заботясь о развитии горного дела, Ломоносов стал изучать образцы руд и минералов, которые присылали ему со всех концов России. Накопленные геологические знания он изложил в сочинении «О слоях земных».

Ломоносов интересовался вопросом происхождения материков. Он полагал, что одни части земной коры медленно поднимались и образовали материки; другие же постепенно опускались, на них скапливались атмосферные осадки и возникали океаны.

Михаил Васильевич Ломоносов.

Какие же силы поднимали или опускали отдельные участки земной коры? Ломоносов приписывал эти явления действию внутренних сил Земли. Он писал, что «сила, поднявшая таковую тяжесть, ничему приписана быть не может, как господствующему жару в земной утробе».

Но Ломоносов не упускал из виду и действия внешних сил природы: ветра, текучих вод и смены температур. «Известно,— писал он,— сколько у нас в России перемен делают по весне великие реки... во всем свете рудокопы не перероют столько земли, не опровергнут камней во сто лет, сколько одной весной разрушают оных льды и быстрины беспримерных вод российских».

Все эти мысли великого русского ученого оказались справедливыми. С ними согласна и современная наука. Но прежде чем принять выводы Ломоносова, геологи еще долго колебались, приписывая изменения земной поверхности то внешним, то внутренним силам.

СПОР ГЕОЛОГОВ

В конце XVIII в. в Западной Европе прославился знаток минералов и горных пород Абраам Готлиб Вернер (1750—1817). Он хорошо изучил залегание горных пород Саксонии и объяснял, что они образовались за счет осадков в морских водах. При этом Вернер сделал большую ошибку: он считал, что не только песчаники, известняки и сланцы, но и все другие горные породы образовались таким же образом.

Вернер предполагал, будто в прошлом вся поверхность земного шара была покрыта водой выше вершин самых высоких гор. Из вод этого «всемирного» океана сперва выпадали «химические осадки» в виде гранита, базальта и других кристаллических горных пород. Позднее, когда образовалась суша, ручьи и реки сносили в моря песок и глину, покрывая кристаллические горные породы. Под большим давлением песок и глина превращались в пласты песчаника и глинистых сланцев. Верхние слои речных наносов самые молодые и поэтому не изменены. Хотя кристаллические горные породы вовсе не похожи на водные осадки, Вернер упорно считал, что они образовались из солей, растворенных в морской воде.

Вернер жил в Саксонии и не бывал в других странах. Но он был убежден, что и везде горные породы залегают в таком же порядке: сверху — пески и глины, глубже — песчаники и сланцы, а под ними — кристаллические горные породы. Профессор Вернер увлекал своим красноречием слушателей. Он имел много последователей— «нептунистов» (от имени древнеримского бога морей Нептуна), веривших, что граниты и базальты действительно «химические осадки», выпавшие из вод первобытного океана. Но скоро их мнение было опровергнуто наблюдениями шотландского химика Геттона.

Джемс Геттон (1726—1797) в молодости изучал медицину. Однако профессия врача не понравилась ему и Геттон занялся химией, к которой питал всегда большую склонность. Поселившись на ферме, недалеко от столицы Шотландии Эдинбурга, Геттон стал изучать применение минеральных удобрений. При этом он попутно наблюдал обнажения горных пород и размышлял над их происхождением.

Геттон не считал, подобно Вернеру, что во всех странах порядок залегания слоев горных пород одинаков. Не ограничиваясь окрестностями Эдинбурга, Геттон объездил всю Англию и Северную Францию. В этих странах он нашел залегающие на земной поверхности плотные базальты, непохожие на слоистые песчаники и известняки. Поэтому он предположил, что эти породы произошли иначе, чем осадочные пласты.

Как внимательный наблюдатель, Геттон заметил, что известняки в соприкосновении с базальтом изменяют свое строение и становятся

похожими на мрамор. Чем же объяснить это? И Геттон высказал предположение, что базальт образовался из застывшего огненно-жидкого расплава. Поэтому соприкасавшиеся с ним известняки под влиянием нагрева и под большим давлением пластов превратились в мраморовидную горную породу. Но если так, то в соприкосновении и с другими, сходными с базальтом кристаллическими горными породами, например с гранитом, известняк должен претерпевать такое же изменение. И вот Геттон стал искать жилу гранита, прорезающую толщу известняков. Он долго бродил по горам Шотландии, пока ему удалось увидеть, что в соприкосновении с гранитом известняк действительно превратился в мрамор.

Так Геттон доказал, что не только базальт, но гранит и другие кристаллические горные породы произошли от застывания огненно-жидких расплавов, подобных лаве, изливаемой вулканами. О своих наблюдениях он написал сочинение «Теория Земли», сделавшее известным его имя. Учение Геттона получило название плутонизма (от имени древнегреческого бога — владыки подземного царства Плутона).

Последователи Вернера не придавали большого значения действию вулканов в изменении земной коры и настаивали на осадочном происхождении всех горных пород. Тогда между сторонниками двух различных мнений о происхождении горных пород началась борьба. Дальнейшие наблюдения подтвердили, что Геттон и его последователи были правы, утверждая что кристаллические горные породы образовались из расплавов магмы.

Русские геологи не принимали большого участия в этом споре. Они еще со времени М. В. Ломоносова правильно объясняли происхождение горных пород.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

В XVIII в. еще никто не задумывался над «возрастом» горных пород. Считалось, что в каждой местности можно определить, какие слои старше, по тому, как они залегают относительно друг друга: чем глубже слой, тем он древнее.

Но как сравнить возраст пластов разных местностей, никто не знал. Эту трудную задачу разрешил английский землемер Вильям Смит (1769—1839). В течение 20 лет он проводил каналы в различных частях Англии. Во время работы Смит много раз находил окаменелые раковины в пластах песчаника, сланцев и глин. Внимательно изучая находки, он отметил, что в удаленных одна от другой местностях встречаются пласты с одинаковыми окаменелостями, а в одной и той же местности на различной глубине — раковины, принадлежавшие различным моллюскам. После долгого изучения этих находок он пришел к выводу, что относительный возраст слоев можно определять по заключающимся в них окаменелостям: если в двух пластах из разных местностей встречаются одинаковые, так называемые «руководящие», окаменелости, значит, пласты отложились в одно и то же время. Вот как писал об этом Смит:

«Все пласты последовательно осаждались на дне моря, и каждый из них содержит в себе

Джеме Геттон.

остатки организмов, которые жили во время его образования; в каждом пласте наблюдаются свои собственные окаменелости, и по ним-то в известных случаях можно установить одновременность образования горных пород различных местностей».

Так землемер Смит своими долголетними наблюдениями дал новое направление геологической науке.

Открытие Смита воодушевило геологов, которые принялись за изучение морских и пресноводных отложений, слагающих земную кору. Относительный возраст горных пород определяли по встречающимся в них окаменелым раковинам моллюсков и другим остаткам древних животных. Геологи уже могли по найденным в пластах раковинам и костям разделить

всю толщу осадочных отложений, относя их к разным периодам жизни Земли.

Сначала ученые выделили в земной коре группы слоев — системы (начиная сверху, т. е. с самых молодых отложений): четвертичную, третичную, меловую, юрскую и триасовую (названия у них тогда были другие). Глубже этих отложений залегает толща горных пород, с которыми связаны во многих странах пласты каменного угля. Ее назвали каменноугольной системой.

Но более древние отложения еще не были подразделены. Эту задачу решили геологи Родерик Импи Мурчисон (1792—1871) и Адам Седжвик (1785—1873). Они выделили в отложениях, лежащих глубже каменноугольной системы, три группы слоев (начиная сверху): девонскую, силурийскую и кембрийскую.

Затем было введено понятие о геологическом времени. Промежуток времени, в течение которого отложились слои той или иной системы, был назван периодом.

Стало возможным устанавливать закономерную последовательность отложений горных пород как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Возникла стратиграфия, или учение о порядке залегания пластов. Когда научились определять природные условия, в которых отлагались слои осадочных пород, то появилась новая наука — историческая геология. Ее задача — восстановить историю изменений, которые претерпела земная кора той или иной части поверхности Земли. Так, геологи доказали, что современная суша в далеком прошлом не раз покрывалась морями.

НАУКА О ВЫМЕРШИХ ОРГАНИЗМАХ

Какие моллюски оставили свои раковины в земных слоях? Какие рыбы плавали в давно исчезнувших морях? Какие животные бродили в первобытных лесах далекого геологического прошлого? На эти вопросы одним из первых начал искать ответа французский естествоиспытатель Жорж Кювье (1769—1832).

Заинтересовавшись окаменелыми костями, которые встречались в земных слоях, Кювье стал собирать их в гипсовых карьерах в окрестностях Парижа. Среди костей он отобрал прежде всего зубы каких-то ископаемых толстокожих. По форме зубов он сделал заключение, что они принадлежали двум различным видам. Носовые кости одного животного доказывали, что его морда заканчивалась коротким хоботом. Это животное Кювье назвал «палеотерием». Другое толстокожее имело непрерывный ряд зубов без промежутков, как это бывает только у человека. Голова этого животного, названного Кювье «аноплотерием», имела продолговатую форму без хобота. Для такого талантливого исследователя, как Кювье, нетрудно было по форме зубов установить, какова должна быть и форма черепа у каждого из них; затем по нескольким обломкам костей Кювье установил, что у палеотерия ноги имели по три пальца. Конечности с двумя пальцами, как думал он, принадлежали аноплотерию. После того как были восстановлены черепа и конечности, осталось найти спинные позвонки с ребрами, и скелеты обоих животных были бы восстановлены.

В окрестностях Парижа Кювье нашел семь разных видов палеотерия: один был величиной с лошадь; три других — не крупнее свиньи и различались между собой лишь формой ступни. Аноплотериев также оказалось несколько видов: величиной с осла, со свинью а самый маленький — не крупнее кролика.

Открытие Кювье привлекло внимание ученых к окаменелым остаткам вымерших животных. В пластах земной коры нашли кости огромных ящеров. Одни из них когда-то, стоя на задних ногах, объедали листья высоких деревьев, другие ходили по земле, питаясь травой. Были среди ящеров и хищники.

Когда климат на Земле похолодал, почти все ящеры вымерли. Их сменили более совершенные организмы — птицы и млекопитающие. Появились толстокожие, например мастодонт, питавшийся древесными листьями.

Кости животных, найденные Кювье и другими учеными, очевидно, попадали в озера и были на дне занесены илом, сохранившим их до наших дней. Но почему в вышележащих слоях не было их костей и куда девались эти животные, не оставив потомства?

Вот вопрос, который встал перед исследователями, когда над слоями с костями сухопутных животных они нашли пласты с раковинами и костями рыб.

Кювье объяснял эту смену внезапным затоплением суши морем. Он полагал, что такие катастрофы и были причиной всех изменений на земной поверхности.

Но нашлись ученые, не согласившиеся с Кювье. Между геологами шли споры о процессах, изменявших земную поверхность.

КАТАСТРОФЫ ИЛИ НЕПРЕРЫВНОЕ РАЗВИТИЕ?

В начале прошлого века учение о катастрофах, изменявших строение земной коры, имело много сторонников. Геологи еще не представляли себе громадных периодов времени, в течение которых формировались земная кора и органический мир. Например, наслоения вулканических горных пород они приписывали одному катастрофическому извержению.

Ярым сторонником вулканических катастроф на Земле был ученик Вернера геолог Леопольд фон Бух (1774—1853). Сперва он с увлечением искал факты, подтверждавшие учение Вернера о происхождении кристаллических горных пород из осадков в морях. Для этого Бух предпринял путешествие в Италию. Там он сразу же нашел обилие горных пород, образовавшихся в результате вулканических извержений. Вернер объяснял вулканические явления подземным пожаром залежей каменного угля, поэтому Бух настойчиво искал отложения угля близ Везувия, но не нашел их. В Центральной Франции он обследовал потухшие вулканы, образовавшиеся непосредственно на граните. Так как каменный уголь залегает среди осадочных пород, то, конечно, его не оказалось и в этом районе. Эта неудача заставила Буха усомниться в справедливости учения Вернера.

Тогда из поклонника Вернера Бух стал его ярым противником и развивал идею о катастрофических изменениях земной поверхности во время вулканических извержений.

Происхождение гор Бух объяснял действием вулканических сил, поднимавших земную кору, которая выгибалась вверх прямыми складками. По его мнению, в течение очень коротких промежутков времени возникли длинные ряды вулканов, извергавших огромные количества лавы, пепла и камней. Спускаясь по склонам вулканов, расплавленные каменные массы сминали в складки прилегающие осадочные земные слои. Между периодами усиленной вулканической деятельности наступали периоды покоя. Один из таких периодов — наша эпоха.

Не все геологи были сторонниками гипотезы катастроф. Некоторые из них считали, как и М. В. Ломоносов, что сил природы, действующих в наше время, достаточно, чтобы разрушать горы, осушать моря, изменять облик планеты. Первым, кто развивал эти идеи, был английский геолог Чарлз Лайель (1797—1875). Он внимательно изучал происходящие в наше время разрушения горных пород под действием воздуха, влаги и смены температур. Лайель наблюдал, как продукты разрушения переносятся текучими водами и отлагаются на дне обширных водоемов. Он утверждал, что земные слои могли образоваться под действием геологических сил той же интенсивности, что и теперь, а следовательно, нет никакой надобности допускать какие-то катастрофы в истории Земли. Как наблюдатель Лайель проявлял громадное упорство, разбираясь в каждом геологическом явлении, какие бы затруднения ни встречались при этом.

Чарлз Лайель.

Наконец, собрав большое количество данных наблюдений, Лайель начал писать свой труд «Основные начала геологии», давший новое направление науке о Земле. Однако, работая над этой книгой, он увидел, что все-таки многое ему самому еще неясно. Тогда Лайель приостановил работу и отправился в путешествие по Франции, Италии и Сицилии.

Из представления о катастрофах в истории Земли следовало, что органическая жизнь сменялась резко и внезапно. Чтобы опровергнуть эту гипотезу, Лайелю нужно было доказать постепенный переход окаменелостей одних видов в другие. Он поехал в Апеннинские горы, чтобы изучить молодые отложения.

Там Лайель открыл пласты, содержавшие раковины не только вымерших, но и современных моллюсков. В нижних слоях заключались только вымершие формы, а в средних встречались и современные. Наконец, в самых верхних пластах было больше современных, чем вымерших, форм организмов. Так Лайель подтвердил, что смена форм живых существ

в течение недавнего геологического периода происходила постепенно, а не внезапно, в результате каких-либо катастроф.

Изучая вулканические отложения в окрестностях вулкана Этны, Лайель открыл, что мощность наслоений вулканического пепла, отложившегося в течение исторического времени,

Чарлз Дарвин.

невелика. Между тем вулканические наслоения окрестностей Этны имели огромную мощность. Значит, они накапливались в течение больших промежутков времени. При этом Лайель, конечно, полагал, что интенсивность действия вулкана Этны и в далеком прошлом была такая же, как и в наше время.

Леопольд фон Бух считал, что вулканы возникают под давлением снизу, поднимающим земные слои. Лайель опроверг это заблуждение знаменитого геолога. Осматривая вулканы в Италии и Франции, он изучил строение кольцеобразных валов, окружающих кратеры действующих вулканов. Оказалось, что они состоят не из приподнятых слоев осадочных пород, а из чередующихся наслоений песка и вулканического пепла. Следовательно, они не были приподняты давлением снизу, как полагал Бух.

Возвратившись из Италии, Лайель уже окончательно убедился, что не катастрофы изменяли строение земной коры, а силы, действующие и в наше время. «С древнейших времен до наших дней,— писал он,— не действовали никакие другие причины, кроме тех, которые ныне действуют, и действие их всегда проявлялось с той же энергией, какую они проявляют ныне».

Когда книга Лайеля вышла в свет, она произвела огромное впечатление на ученых. Молодые геологи и инженеры сразу же перешли на его сторону и стали руководствоваться в своих работах соображениями Лайеля. Геологи старого поколения долго не соглашались с ним, но и они через несколько лет были вынуждены сдаться.

В геологии восторжествовало учение о том, что в геологическом прошлом действовали силы природы, по своей интенсивности не превосходившие тех, которые наблюдаются и ныне. Оно получило название актуализма. Идея актуализма подтвердилась и исследованиями гениального английского ученого Чарлза Дарвина (1809 — 1882).

Дарвин создал эволюционное учение о развитии органического мира в результате естественного отбора наиболее приспособленных к данным условиям видов животных и растений. Изучая фауну и флору различных стран, он пришел к заключению, что одни организмы приспосабливаются к данной среде и развиваются, а другие, не обладающие этой способностью, вымирают. В результате приспособления развиваются те или иные органы и одни виды превращаются в другие (см. т. 4 ДЭ).

Изменение видов растений и животных происходит в течение длительных периодов. Поэтому, как и Лайель, Ч. Дарвин был защитником идеи актуализма. Он утверждал, что геологические периоды занимали огромные промежутки времени, в течение которых только и могло появиться такое разнообразие и богатство органического мира.

ДРЕВНИЕ ЛЮДИ

Лайель интересовался также вопросом происхождения человека.

Было давно известно, что вместе с костями мамонтов встречались какие-то странные куски кремня, как будто искусственно оббитые, чтобы заострить один конец. Высказывалась мысль, что такие камни представляют собой топоры доисторических людей. Но большинство ученых отвергали это предположение. Лайель заинтересовался этими находками кремня. Он объездил Францию, Германию, Италию в поисках следов древнего человека и написал нашумевшую в свое время книгу «О древности человека». Тогда и другие ученые занялись поисками и исследованием костей древнего

человека и его орудий. Изучая самые верхние наслоения земной коры, они встречали кости дикой лошади, мамонтов и других животных вместе с каменными орудиями первобытного человека. Впервые такую находку сделал около середины прошлого века француз Жак Буше де Перт (1788—1868), раскапывая речные отложения берегов р. Соммы.

Буше де Перт не сомневался, что ему посчастливилось найти каменные орудия древних людей, живших одновременно с мамонтами в Европе. Но геологам того времени это казалось невероятным, так как мамонты вымерли за 25 тыс. лет до наших дней. Во Франции нашлись ученые, которые требовали сжечь сочинения Буше де Перта, так как они противоречили библейской легенде о создании мира. Дальнейшие раскопки давали все новые и новые находки.

Так было доказано, что сотни тысяч лет назад люди уже охотились на диких животных и умели разводить костры.

Первобытные люди жили в пещерах. Они устраивали себе постели из сухих листьев, покрывая их шкурами убитых животных. У входа пещеры всегда горел костер, отпугивавший хищных зверей. На стенах пещер их обитатели оставили изображения мамонтов, оленей и сцен охоты.

ЭПОХИ ОЛЕДЕНЕНИЯ

Еще при жизни Лайеля было доказано, что известные нам силы природы в далеком прошлом могли действовать и с большей интенсивностью, чем в наше время. Так, например, наблюдения показали, что обширные пространства, покрытые теперь лесами и лугами, в недалеком геологическом прошлом были погребены под мощными толщами льда. Теперь горные ледники занимают небольшую часть земной поверхности. Но в геологическом прошлом они сыграли видную роль в изменении поверхности северной части Европы, Азии и Северной Америки.

Впервые на оледенения поверхности целых стран указали исследователи альпийских горных ледников, открывшие, что горные ледники когда-то спускались гораздо ниже. От древних ледников остались следы в виде каменных валов и крупных валунов.

В конце первой половины прошлого века швейцарский геолог Жан Луи Рудольф Агассис (1807—1873) предпринял путешествие в Шотландию для изучения древнего оледенения. Там он нашел обильные следы древних ледников — валуны и покровы из неслоистой глины, смешанной с камнями.

После путешествия в Шотландию Агассис убедился, что сравнительно в недавнем прошлом ледники покрывали значительно большую часть земной поверхности, чем в наше время.

Лайель не соглашался с швейцарскими геологами. Он ошибочно объяснял находки валунов тем, что эти камни якобы были занесены ледяными горами — айсбергами, плававшими по древним морям.

Лайелю и его сторонникам казалось, что предположение о древних ледниках, покрывавших когда-то ныне цветущие страны, есть возврат к теории катастроф.

Однако после исследований геологов в разных странах было доказано, что весь северо-восток Европы, северные части Азии и Северной Америки покрывали когда-то сплошные мощные льды.

Существование в прошлом ледниковых эпох подтвердили исследования русского географа Петра Алексеевича Кропоткина (1842—1921). В 60-х годах прошлого века Кропоткин совершил несколько путешествий по Сибири. На высоком Патомском плоскогорье он встретил множество россыпей валунов и пришел к мысли, что эти валуны занесены ледниками. Этот вывод Кропоткина не встретил сочувствия среди большинства геологов, сторонников Лайеля. Но Кропоткин продолжал отстаивать свою идею. Он поехал в Финляндию, а затем в Швецию и там изучал следы древнего оледенения. По возвращении Кропоткин написал большую работу «Исследование о ледниковом периоде», которая была опубликована в 1867 г.

Исследования Кропоткина в Швеции возбудили интерес шведских геологов к вопросу о древнем оледенении. Один из них, изучив ледниковые отложения в Германии, развил идеи Кропоткина о древнем оледенении всего севера Европы. Последующее исследование полностью подтвердило выводы молодого русского ученого.

В наше время стало известно, что в течение геологической жизни Земли было несколько ледниковых эпох. Целые страны покрывались сплошными ледниками.

С потеплением климата ледниковый покров отступал, оттаявшая земля покрывалась растительностью, а в лесах и степях снова поселялись животные.

ПОДНЯТИЕ ГОР И МАТЕРИКОВ

Следуя за Леопольдом фон Бухом, геологи считали, что горы поднимались давлением изнутри Земли, изгибавшим земную кору. Но, придерживаясь такого мнения о происхождении гор, геологи не могли понять некоторых особенностей строения горных стран. Почему, например, альпийские горные хребты огибают Богемские горы?

Только геолог Эдуард Зюсс (1831—1914) правильно объяснил происхождение гор. Изучая в Альпах строение гор, он доказал, что горные складки несимметричны: одно их крыло почти всегда более круто, чем другое. Подобные складки могли возникнуть только при горизонтальном давлении сбоку, а не снизу вверх. Это можно проверить на опыте, например сдвигая ладонями рук сукно, разостланное на столе.

Такая теория происхождения горных хребтов легко объясняла, почему молодые горы альпийской складчатости огибают древний Богемский массив.

Как же возникают силы, сминающие в горные складки земную кору?

Со времени Зюсса ученые стали объяснять образование складок сжатием остывающей Земли. Известно, что уже на глубине 3 *км* горные породы нагреты до 100°, а глубже температура их еще выше. Постепенно остывая, земной шар должен сжиматься, а покрывающая его земная кора — сминаться в складки, как кожа сохнущего яблока.

Теория образования гор вследствие сжатия Земли признавалась всеми геологами долгое время. Позднее была предложена новая теория.

Сочинение Зюсса о строении и происхождении Альп прославило его имя. С Зюссом стали делиться результатами своих наблюдений геологи многих стран. Используя эти наблюдения, Зюсс приступил к созданию своего знаменитого труда «Лик Земли». В нем он обобщил знания о Земле и проследил изменения, которые претерпела наша планета вследствие поднятий и опусканий частей земной коры.

Сравнивая и сопоставляя различные данные о геологическом строении разных стран, Зюсс доказывал, что современные материки представляют собой обломки более древних грандиозных континентов. Например, бо́льшая часть Южной Америки и Южной Африки, Аравии и Индостана, по мнению Зюсса, только остатки обширного древнего континента —«Гондваны»; значительные участки его находятся теперь под поверхностью Атлантического и Индийского океанов.

Хотя эти выводы Зюсса и не доказаны окончательно, но наблюдения подтверждают, что одни участки земной коры постепенно повышаются, а другие понижаются. Так, еще в начале XVIII в. ученые заметили, что скалы фиордов Норвегии медленно поднимаются. Это доказывают морские террасы, образованные в крутых берегах прибоем волн. Самые древние из морских террас уже подняты на высоту более 170 *м*, а самые молодые — на 5 *м* выше уровня моря. Очевидно, что западная часть Скандинавского п-ова то поднимается, то остается в покое. Пока берег неподвижен, волны моря высекают террасы, которые затем поднимаются над уровнем моря. Дальнейшие наблюдения показали повсеместность колебаний суши. Атлантическое побережье Европы в одних местах медленно поднимается, а в других опускается. Западный берег Африки постепенно погружается под уровень океана. Поэтому старое русло р. Конго можно проследить на дне океана далеко от современного берега.

Такие «вековые» колебания земной коры то погружают большие пространства суши в моря, то поднимают морское дно, которое становится сушей. С поднятием суши связано и возникновение горных хребтов.

Изучая строение гор, геологи нашли, что горные хребты сложены мощными толщами осадков. При этом в некоторых случаях эти осадки однородны. Такое явление можно объяснить прогибанием морского дна при условии, что скорость его опускания должна строго соответствовать скорости накопления толщи осадков. Если бы опускание морского дна шло быстрее, чем накопление осадков, то глубина моря все увеличивалась бы, пока оно не стало глубоким, а в связи с этим нарушилась бы однородность осадков. Если же накопление осадков шло быстрее, чем опускание прогиба, то глубина моря все уменьшалась бы и отложение также прекратилось бы.

Впервые на это обстоятельство обратил внимание американский геолог Джемс Холл (1811—1898). Он попытался объяснить возможность накопления мощных толщ мелководных осадков тем, что морское дно опускалось под их тяжестью. Д. Холл ошибочно предполагал, что на сколько увеличится мощность слоя осадков, на столько же опустится и дно моря.

Позднее (1873) другой американский геолог— Джемс Дана (1813—1895) назвал прогибы земной коры, служащие дном мелких морей,

геосинклиналями. Он считал, что геосинклинали лежат по краям океанов и поэтому там отлагались только прибрежные осадки. Зона же опускания отделена от открытого океана невысоким валом.

В начале нынешнего века теория горообразования была развита французским геологом Эмилем Огом (1861—1927). Работа его стала новым этапом в развитии геотектоники [1]. Ог указывал, что самые высокие горы земного шара — Гималаи соответствуют обширной геосинклинали, где отложения достигают громадной мощности. Эти осадки не имеют прибрежного характера. Гималайская геосинклиналь всегда имела своей южной границей устойчивую область — Индийский п-ов, остаток древнего обширного континента.

Расширив понятие о геосинклиналях, Э. Ог указал много примеров, когда прогибы земной коры, бывшие «колыбелью» горных хребтов, расположены между массивными глыбами. Горы Центральной и Южной Европы расположены между более древними горами Северной Европы и Африканским континентом. Аппалачские горы в США образовались на месте геосинклинали, ограниченной с юго-востока и северо-запада очень древними массивами. Ог полагал, что геосинклинали, окружающие Тихий океан (на месте которых поднялись горы западного побережья Америки, Камчатки, цепь Курильских о-вов), и складчатость вдоль берегов Восточной Азии не могут поэтому служить примером, подтверждающим общий закон, а скорее являются исключением.

Большинство геологов считают, что в геосинклиналях накапливаются толщи осадков, которые, погружаясь на большую глубину, нагреваются, вспучиваются и изминаются в складки. В процессе горообразования слои осадков разбиваются трещинами, разрываются и смещаются, в них внедряются горячие газы и огненно-жидкая магма, которая изменяет окружающие горные породы.

ГЕОЛОГИЯ В ДОРЕВОЛЮЦИОННОЙ РОССИИ

С давних времен на Урале и на Алтае работали русские горняки —«рудознатцы» и «рудосыщики», добывавшие железные и медные руды, цветные камни (самоцветы) и другие полезные ископаемые. Обобщая их наблюдения, М. В. Ломоносов заложил основы развития геологии в России. Этим можно объяснить успехи русских геологов как начала, так и всей первой половины XIX в. Русские геологи того времени не были ни крайними «нептунистами», ни катастрофистами, избежав ошибок западноевропейских ученых.

Потребности горнозаводского дела в XIX в. вызвали посылку поисково-разведочных партий на Урал, Алтай, в Нерчинский округ (Восточная Сибирь), Закавказье, Донецкий бассейн и другие районы России. Геологические исследования велись горными офицерами (с 1867 г.— горными инженерами), посылавшимися Горным департаментом.

В начале XIX в., после присоединения Грузии к России, широкие геологические работы в Закавказье велись Грузинской экспедицией, организованной А. А. Мусиным-Пушкиным. Эта экспедиция открыла залежи меди, железа и других полезных ископаемых. Кроме того, геологи установили основные этапы поднятия Кавказского хребта. Продолжатели работ Грузинской экспедиции Н. И. Воскобойников и С. В. Гурьев нашли и описали много месторождений меди, свинца, железа, серебра, нефти, источников минеральных вод в северных предгорьях и в горах Кавказа и на Таманском п-ове. Геологи доказали, что Кавказский хребет является продолжением Крымских гор и что обе системы гор принадлежат к одной и той же геологической области.

Развитие промышленности в России намного увеличило потребность в топливе. О залежах каменного угля в Донецком бассейне было известно еще в начале XVIII в. Теперь понадобились детальные разведки, которые поручили геологу Евграфу Петровичу Ковалевскому (1790 или 1792—1867).

Исследования Ковалевского сделали известным его имя. Поэтому, когда правительство Египта решило начать геологические исследования страны, для этой работы пригласили Е. П. Ковалевского.

Многочисленные геологические поиски и разведки, производившиеся в Европейской части России (в Поволжье, в Западном Приуралье, на Северном, Среднем и Южном Урале), дали много материала для познания геологического строения Русской равнины, простирающейся от Кавказских гор до Северного Ледовитого океана и от Карпат до Урала. Они поз-

[1] Геотектоника — учение о строении основных структур земной коры и нарушениях залегания ее пластов.

волили также правильнее понять процессы образования рудных залежей.

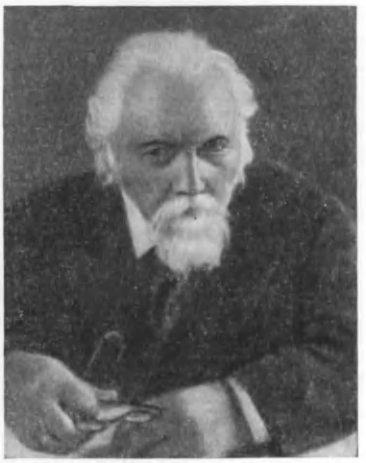
Так, еще в 1826 г. геолог Д. И. Соколов доказал, что уральские золотые россыпи образовались на месте в результате разрушения золотоносных жил. Западноевропейские же геологи — «нептунисты» — неправильно утверждали, будто крупинки золота вместе с песком россыпей были принесены на Урал мощными потоками воды издалека или же осели из вод океана. И другие ложные умозрительные гипотезы встречали такой же отпор у русских горных инженеров-геологов, основывающихся на материалах изучения земной коры при поисках полезных ископаемых. Русские геологи самостоятельно пришли к идее актуализма (см. стр. 376). Геолог Д. И. Соколов, еще незнакомый с учением Лайеля, в своем учебнике геологии писал, что воздух и вода являются теми силами, которыми «природа действует теперь и действовала во времена отдаленные». Он утверждал, что морские осадки отлагались в том же порядке, в каком отлагаются и в наше время. Первоначально все слои залегали горизонтально, и, если мы теперь находим наклонные пласты, значит, их положение было впоследствии изменено какими-то силами.

В геологическом изучении Русской равнины участвовал известный английский геолог Р. Мурчисон. На основе сделанных наблюдений Мурчисон составил одну из первых геологических карт Европейской России.

Изучая строение земной коры, геологи составляют особые карты. Основой таких карт служит обычная топографическая карта, на которой показаны реки, озера, а также холмы, горы и равнины (с помощью горизонталей). На карте различными условными знаками-штрихами или красками изображают распространение тех или иных выходящих на поверхность или залегающих под почвой горных пород. Такая карта называется петрографической (петрография — наука о горных породах). В России одна из первых петрографических карт была составлена для Нерчинского округа Дорофеем Лебедевым и Михаилом Ивановым в конце XVIII в. После того как геологи научились определять относительный возраст осадочных отложений появились геологические карты (см. стр. 96—97). На них показывают распространение выходящих на поверхность пород с указанием их относительного возраста.

К середине XIX в. составленные геологические карты уже устарели. Передовые русские геологи настаивали на организации Геологического комитета, который занялся бы геологической съемкой и составлением детальной геологической карты России.

В 1882 г. был учрежден Геологический комитет, но он располагал небольшими средствами и геологическую съемку удалось провести лишь на одной десятой части территории нашей страны. В 1885 г. директором Геологического комитета был избран замечательный геолог



Александр Петрович Карпинский.

А. П. Карпинский (1847—1936). Геологический комитет способствовал развитию русской геологии. Русские геологи внесли много нового в учение о движениях и строении земной коры, об образовании рудных месторождений и о других геологических явлениях.

Во второй половине прошлого века А. П. Карпинский получил мировую известность. Изучая строение Русской равнины, он доказал, что в геологическом прошлом по ней «странствовали» моря, покрывая то одну, то другую ее часть. Он объяснил повторявшееся наступление моря на сушу прогибами земной коры. Когда Русская равнина прогибалась в направлении с севера к югу или с запада к востоку, пониженные части покрывались водами океана и возникали моря. На дне этих морей и отлагались осадки, образовавшие мощную толщу пластов песчаника, известняка и сланцев Русской равнины. Чередование прогибов происходило в связи с поднятием то Кавказского, то Уральского горного хребта: когда поднимался один из них, возникал параллельный ему прогиб, сменявшийся через десятки миллионов лет перпендикулярным ему прогибом. В результате своих исследований Карпин-

ский составил карты древних морей, покрывавших в далеком прошлом то одну, то другую часть Русской равнины.

Так возникла новая наука палеогеография — география далеких геологических периодов.

А. П. Карпинский развивал новые идеи о геологическом строении Русской равнины. Он утверждал, что под ее осадочными наслоениями залегает фундамент из твердых кристаллических (гранитогнейсовых) горных пород. Подобные структуры (формы строения) земной коры, отличающиеся большой жесткостью и не поддающиеся изгибам, позднее получили у геологов название платформ.

Как полагал А. П. Карпинский, фундамент Русской платформы глубокими трещинами разбит на отдельные глыбы, из которых одни опустились и покрылись мощными наслоениями морских осадков, а другие остались на месте под тонким покровом осадочных наслоений. Такой близкий к земной поверхности выход горных пород фундамента занимает территорию Финляндии, Карелии и Кольского п-ова. На юге Русской равнины от Азовского моря до Подолии также тянется полоса кристаллических горных пород. А. П. Карпинский доказывал, что опускание и поднятие частей фундамента было тесно связано с горообразовательными движениями земной коры по окраинам Русской равнины. Только в северо-западной части ее оставался неподвижным кристаллический массив, «около которого, как около неподвижной оси», совершались перемещения глыб разбитого трещинами фундамента. Вместе с их поднятиями и опусканиями нарушалось положение покрывающих осадочных толщ. Так возникли в осадочном покрове Русской равнины широкие сводообразные «валы» и корытообразные опускания — «рвы».

Труды А. П. Карпинского по достоинству были оценены в нашей стране. В 1889 г. он был избран академиком, а в 1917 г.— президентом Академии наук.

Замечательные идеи А. П. Карпинского легли в основу дальнейшего развития советскими геологами учения об основных структурах земной коры. Оценивая труды А. П. Карпинского, советский геолог академик Н. С. Шатский писал: «Карпинскому принадлежит первое место не только в деле организации геологической службы в России и в создании крупнейшей и лучшей геологической школы в Советском Союзе — он первый наш геолог-теоретик, непревзойденный мастер в геологии, оказавший крупное влияние на развитие геологических наук далеко за пределами нашей страны».

Несколько позднее А. П. Карпинского начал работу его современник, известный русский геолог академик А. П. Павлов (1854—1929). Он занимался главным образом молодыми геологическими отложениями Русской равнины. Когда А. П. Павлов производил геологические исследования, еще господствовало убеждение, будто залегание осадочного покрова Русской равнины никогда не нарушалось. Однако Павлов, изучая отложения Поволжья, установил в районе Жигулей крупное нарушение залегания пластов, которое отражало прогибы и опускания кристаллического фундамента.

В результате исследований А. П. Павлова геологи узнали, что и фундаменты платформ могут испытывать прогибы, но только очень пологие и широкого масштаба. Следствием этих прогибов могут быть более или менее заметные нарушения залегания осадочных пластов.

До работ А. П. Павлова еще не были изучены молодые отложения Русской равнины.

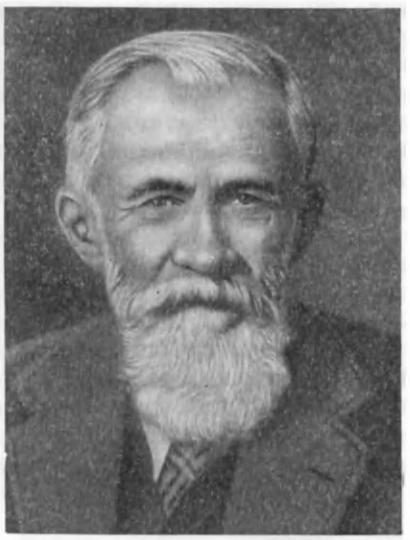
Алексей Петрович Павлов.

Этот геолог много работал над исследованием наслоений четвертичной системы на Русской равнине.

Видным исследователем дореволюционного времени был геолог Иван Васильевич Мушкетов (1850—1902). Он обследовал отроги и хребты Тянь-Шаня до Кульджи, районы озер Сонкёль и Иссык-Куль, Ферганскую долину и окрестности Каракуль на Памире.

Результаты его работ изложены в большом труде «Туркестан», изданном в 1884 г.

Большой вклад в геологическое изучение нашей страны сделал академик В. А. Обручев (1863—1956). В 80-х годах прошлого века 23-летний Обручев уже самостоятельно занимался геологическим исследованием пустынь.



Владимир Афанасьевич Обручев.

В то время происхождение пустынь было еще загадкой. Обручев отправился в Каракумы. Он поставил себе задачу — выяснить, как образовались эти пески. Ученый доказал, что они возникли в результате выветривания глин и подстилающих их сероватых песков. Неразрушенные части этих отложений и сейчас сохранились между песчаными холмами — барханами. Можно и теперь заметить, как под действием воздуха и влаги эта порода превращается в мелкий песок и глинистую пыль.

В дальнейшем В. А. Обручев занимался геологическим изучением Сибири и Центральной Азии. В 1889—1890 гг. он совершил большое путешествие из Кяхты через Восточную Монголию в Калган и Пекин, а затем через горные области, лежащие между Центральной Монголией и Тибетом, до Кульджи.

Около 6 тыс. *км* этого пути пролегали по местам, которые до В. А. Обручева не посетил ни один европеец. На протяжении пройденных 9 тыс. *км* В. А. Обручев производил геологическую съемку.

Дневник, который вел В. А. Обручев в течение всего путешествия, служит до настоящего времени одним из важнейших источников сведений о геологическом строении пройденных им стран.

Э. Зюсс использовал результаты исследований Обручевым Сибири в своем труде «Лик Земли».

На основе наблюдений сибирских геологов В. А. Обручев создал схему геологического строения Сибири. Основной структурой он считал высокое плоскогорье, которое тянется от Салаира и Саянских гор к Становому хребту, названное Э. Зюссом «древним теменем Азии». Как полагал В. А. Обручев, это плоскогорье первоначально простиралось далеко на север и северо-запад, но эта часть его позднее опустилась. Область между Енисеем и Леной, ограниченную с юга «древним теменем», с запада — Западно-Сибирской низменностью, с востока — складчатыми горами, а с северо-запада — Таймырским п-овом, была названа им Средне-Сибирской платформой.

Исследования А. П. Карпинского, А. П. Павлова, В. А. Обручева, И. В. Мушкетова и других крупных геологов дореволюционного времени были продолжены советскими геологами.

ГЕОЛОГИЯ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

После Великой Октябрьской революции благодаря заботам партии и правительства и самоотверженному труду советских исследователей недр геология сделала огромные успехи.

В течение первых двадцати лет после Октябрьской революции советские геологи охватили геологической съемкой 35% территории СССР; к началу 1945 г. геологическая съемка была осуществлена на 66% площади, а в настоящее время она уже закончена на всей территории нашего государства.

После революции Геологический комитет и его отделения занялись систематическим изучением геологического строения нашей Родины. Были посланы экспедиции на Кольский п-ов, в Печорский бассейн, на Полярный Урал, Таймырский п-ов, в Тунгусский и Кузнецкий бассейны, в Горный Алтай, в Западные и Восточные Саяны, на Памир, в пустыню Каракумы и другие районы, ранее почти незатронутые геологическими исследованиями.

Под руководством геолога И. М. Губкина (1871—1939) с участием геофизиков и геологов было организовано исследование Курской магнитной аномалии, где удалось разведать грандиозное месторождение железных руд.

В результате поисково-разведочных работ советских геологов найдено множество новых залежей полезных ископаемых, очень важных для развития народного хозяйства. К числу их относится огромное месторождение калийных солей в районе Соликамска и Березников на р. Каме.

Немецкие геологи утверждали, что нигде в Европе, кроме Германии, в прошлом не было условий, при которых могли отложиться мощные толщи калийных солей, подобные месторождениям Стасфурта или Эльзаса. Это мнение слепо разделялось и в дореволюционной России.

После Октябрьской революции советские геологи в поисках калийных солей предприняли бурение в районе Соликамска под руководством геолога Павла Ивановича Преображенского (1874—1944). Полученные из скважин рассолы содержали некоторое количество калийных солей. Тогда в 1925 г. началось глубокое бурение, и на глубине 100—300 *м* обнаружили мощную залежь калийных солей. В дальнейшем подобное же месторождение было разведано и на левом берегу Камы в районе Березников.

Иван Михайлович Губкин.

Запасы калийных солей Соликамска и Березников в несколько раз превосходят запасы всех остальных подобных месторождений мира.

Советское правительство решило вести поиски новых месторождений каменного угля не только в ранее известных каменноугольных бассейнах, но и в новых местах. Одним из таких районов был бассейн Печоры и ее притока Воркуты. Здесь еще в 1921 г. начали работать геологи и в 30-х гг. открыли крупные запасы каменного угля в бассейне Воркуты.

В Поволжье издавна были известны струйки—«ключики» нефти. До революции здесь безуспешно делались попытки отыскать нефть. Однако геолог А. П. Павлов еще тогда указывал, что вдоль трещины земной коры, идущей от Усолья через Ставрополь (на Волге) до р. Сока, часто встречаются выходы нефти и нужно искать ее на больших глубинах среди отложений каменноугольного или еще более раннего периода.

Предвидение А. П. Павлова оправдалось, когда начали вести разведки советские поисковики под руководством геолога И. М. Губкина, позднее ставшего академиком и вице-президентом Академии наук СССР. Сравнив геологическое строение Поволжья и Западного Приуралья с уже изученными нефтеносными районами, Губкин сделал вывод, что нужно начать глубокое бурение на западных склонах Урала.

Мнение крупнейшего советского геолога вскоре подтвердилось: в районе Чусовских Городков, где бурились разведочные скважины в поисках залежей калийных солей, забил нефтяной фонтан, а позже забили фонтаны из двух скважин в районе Стерлитамака.

Тогда развернулась широкая разведка нефти между Волгой и Уралом. Было открыто «Второе Баку», дающее в настоящее время бóльшую часть нефти, добываемой в нашей стране.

Один из виднейших геологов советского времени, А. Д. Архангельский (1879—1940), развивал идеи А. П. Карпинского. Он утверждал, что фундамент Русской платформы разбит глубокими трещинами на глыбы. Одни из глыб приподняты и продолжают подниматься, другие опущены, образуя глубокие подземные впадины. С этим связаны нарушения горизонтального залегания осадочных отложений, покрывающих Русскую платформу.

А. Д. Архангельский создал труд о геологическом строении всей территории Советского Союза и ее геологической истории. Он развил учение о главнейших структурах земной коры — платформах и геосинклинальных областях. Платформами или плитами А. Д. Архангельский называл геологические области, в которых поднятия и опускания происходят медленно, спокойно. В основании плат-

форм залегает твердый фундамент, состоящий из горных пород, подвергшихся в далеком прошлом смятию. Под его действием слагающие фундамент горные породы сильно изменились, сам фундамент приобрел жесткость.

А. Д. Архангельский расширил понятие о геосинклиналях. По его определению, геосинклинальная область — обширная часть земной коры, испытывающая сравнительно быстрые колебания с значительной амплитудой, а не прогиб податливой тонкой земной коры между жесткими платформами, как считали раньше.

Андрей Дмитриевич Архангельский.

Поднятия и опускания, которые испытывает вся геосинклинальная область, приводят к раздроблению ее на отдельные глыбы, движущиеся с разной скоростью и иногда в различных направлениях. В геосинклинальной области образуется ряд выпуклостей и впадин, для которых характерны процессы складчатости (горообразования) в слагающих их породах.

В связи с движениями и глубоким погружением пластов в геосинклинальных областях, а также внедрением (интрузией) огненно-жидких масс из недр Земли горные породы резко меняют свои свойства. Осадочные слои глин переходят в твердые глинистые сланцы, рыхлые известняки приобретают мраморовидный характер.

А. Д. Архангельский утверждал, что каждой геологической эпохе свойственно особое расположение платформенных и геосинклинальных областей на Земле. Геосинклинальные области после процессов складчатости и интрузий нередко утрачивают свойственную им подвижность и переходят в сооружения платформенного типа. Такие области и примыкают к соседним платформам, расширяя площади материков.

Исходя из этих положений А. Д. Архангельский создал грандиозную картину возникновения современных материков. Этот труд стал отправным этапом дальнейших исследований советских геологов в геотектонике.

В древнейшую геологическую эру над водами Мирового океана поднялись зачатки будущих материков — огромные глыбы кристаллических горных пород — щиты. Они никогда не опускались глубоко в воды океана, а лишь на короткое время погружались в него. Поэтому слагающие щиты горные породы выходят на поверхность или покрыты маломощными наслоениями осадков.

На северо-западе Европы выходит на поверхность Балтийский щит (см. карту на стр. 385).

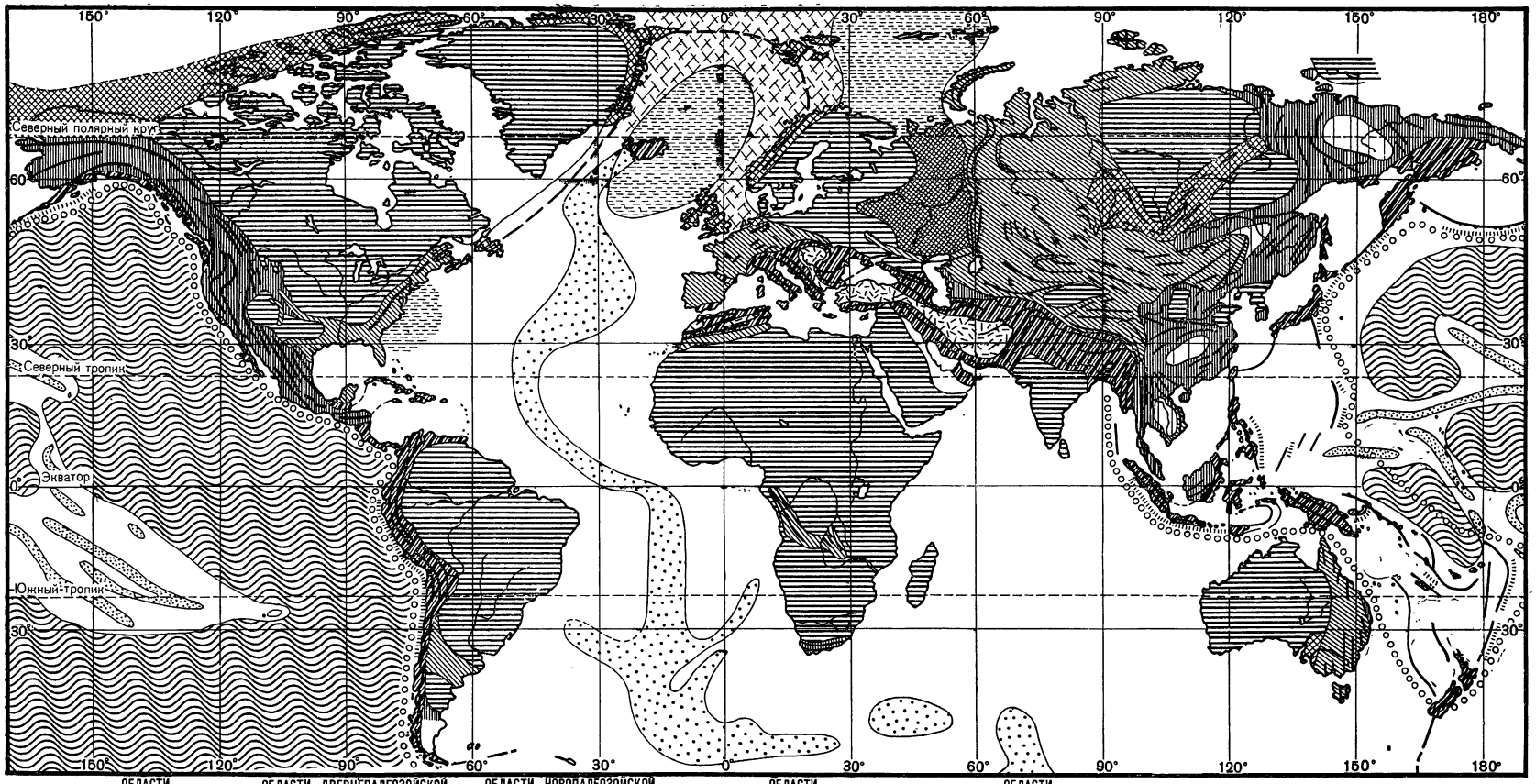
Вокруг глыбы Балтийского щита некогда расстилался безбрежный океан. Только на юге между нынешними Азовским морем и Подолией возвышалась над поверхностью океана гряда кристаллических горных пород, известная под названием Азовско-Подольского массива.

Далеко на восток от Балтийского щита над океаном возвышалась Сибирская платформа в форме треугольника с вершиной около нынешнего озера Байкал, представляющая собой обширное плоскогорье между Леной и Енисеем. Еще далее на восток поднялась глыба Алданского кристаллического массива.

То была самая ранняя эра геологической жизни Земли. Поднявшиеся щиты и платформы состоят из кристаллических пород. В них нет почти никаких следов органической жизни. В дальнейшем в течение десятков и сотен миллионов лет к этим массивам стали примыкать складчатые горы, возникшие в более близкие к нам геологические периоды.

К Балтийскому щиту прилегла складчатость, ныне залегающая глубоко под осадочными отложениями Русской платформы. Одновременно к Сибирской платформе примкнули дугообразные складки, расширившие ее к югу, а на востоке соединившие ее с Алданским массивом. Позднее, в каменноугольном периоде, пространство между Сибирской и Русской платформами заполнилось складками горных пород, залегающих под более молодыми осадочными

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА



ОБЛАСТИ ДОКЕМБРИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Районы с поверхностным или глубоким залеганием складчатого фундамента

Районы, погрузившиеся под уровень моря

ОБЛАСТИ ДРЕВНЕПАЛЕОЗОЙСКОЙ (КАЛЕДОНСКОЙ) СКЛАДЧАТОСТИ

Районы с поверхностным или глубоким залеганием складчатого фундамента

Районы, погрузившиеся под уровень моря

ОБЛАСТИ НОВОПАЛЕОЗОЙСКОЙ (ГЕРЦИНСКОЙ) СКЛАДЧАТОСТИ

Районы с поверхностным или глубоким залеганием складчатого фундамента

Срединные массивы

ОБЛАСТИ МЕЗОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Области мезозойской складчатости

Срединные массивы

ОБЛАСТИ ТРЕТИЧНОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Области третичной складчатости

Срединные массивы

Андезитовая линия

Срединный вал Атлантического океана

Аналогия складчатых горных сооружений геосинклинального типа в области Тихого океана

Глубоководные рвы Тихоокеанской области

Платформенные области Тихого океана

Простирания складчатости

слоями Западно-Сибирской равнины. Так соединились Европейский и Азиатский материки, а лежавшая между ними подвижная полоса земной коры измялась в складки древнего Уральского хребта. Одновременно к юго-западу от Балтийского щита поднялась складчатость, образовавшая западноевропейскую часть материка, включая и Пиренейский п-ов.

Наконец, в новую эру образовались Альпы, Карпаты, горы Кавказа и Гималаи. Так земная поверхность приняла современный вид. Но останется ли она такой навечно? Не поднимутся ли в далеком будущем новые горы?

Некоторые ученые утверждают, что на Земле в наше время уже нет геосинклиналей и потому нельзя ожидать возникновения новых гор, как считал известный советский геолог А. А. Борисяк.

Однако большинство геологов разделяют точку зрения академиков А. Д. Архангельского, В. А. Обручева и Н. С. Шатского, что и в наше время существуют геосинклинальные области: район Черного моря, пролив Ла-Манш, южные части Каспия и Балтийского моря и др. В этих областях наблюдаются сравнительно быстрые поднятия и опускания земной коры.

Н. С. Шатский (1895—1960), как и А. Д. Архангельский, занимался изучением основных структур земной коры. Под его руководством были созданы тектонические карты территории нашей страны и Западной Европы. Одновременно Н. С. Шатский работал над созданием истории геологии. Он писал, что изучение истории геологии имеет важное значение при разрешении проблем, стоящих перед геологами нашего времени. Оно позволит избежать ошибок, которые делались в прошлом. Н. С. Шатский указывал, что Ч. Дарвин должен наряду с Лайелем считаться основателем современной геологии. Оценивая значение работ Лайеля и Дарвина, Шатский говорил, что, применяя их метод (сравнение процессов, изменявших земную кору в прошлом, с процессами в наше время), нужно учитывать особые условия, характерные для различных геологических периодов. К такому выводу пришли и большинство советских геологов. Так, например, в далеком прошлом на Земле происходили интенсивные извержения вулканов. Лава, изливавшаяся из трещин земной коры, покрыла огромные пространства в Сибири, Закавказье, Индии и других странах. К нашему времени вулканические извержения на материках ослабели. Лава извергается из жерл вулканов в сравнительно небольшом количестве, покрывая лишь их склоны и прилегающие участки поверхности.

Шатский открыл новые закономерности в развитии платформ. Он развивал идею А. Д. Архангельского о возможности превращения части платформы в геосинклинальную область.

Если до революции в России геологическими исследованиями занимались почти исключительно горные инженеры, то в Советском Союзе эту работу ведут специалисты-геологи. Среди них многие занимаются изучением структур земной коры.

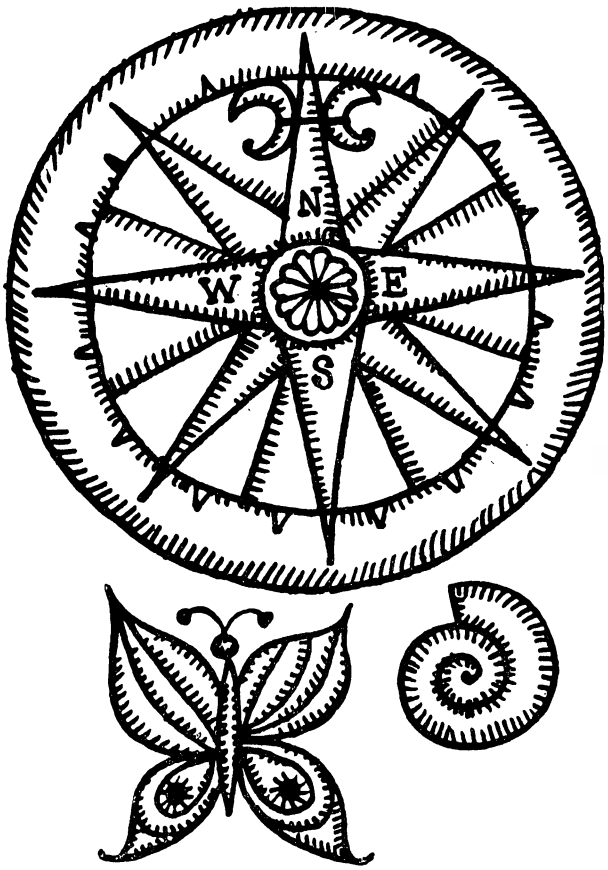
В результате этих трудов создана стройная картина геологического строения территории Советского Союза.

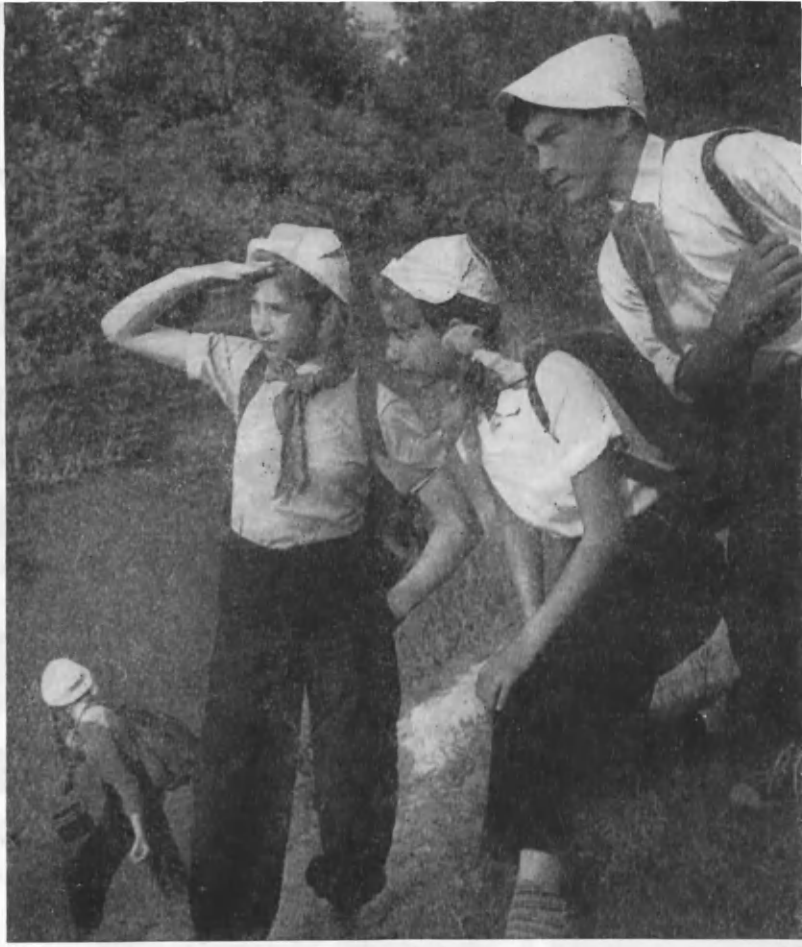
Исследования советских геологов показали, что образование гор — очень сложный процесс. Он связан как с образованием складок, так и с медленными поднятиями значительных участков земной коры.

Между внутренними силами Земли, поднимающими горы, и внешними факторами, разрушающими их, идет непрерывная борьба.

Изучение земной коры и геологических процессов (как и вообще развитие естествознания) показало, что не существует никаких «сверхъестественных» сил. Все, что совершается в окружающем нас мире, происходит по определенным законам природы, которые постепенно познает человек.

■





ЮНЫЕ ГЕОГРАФЫ И ГЕОЛОГИ

ИЗУЧАЙТЕ РОДНОЙ КРАЙ

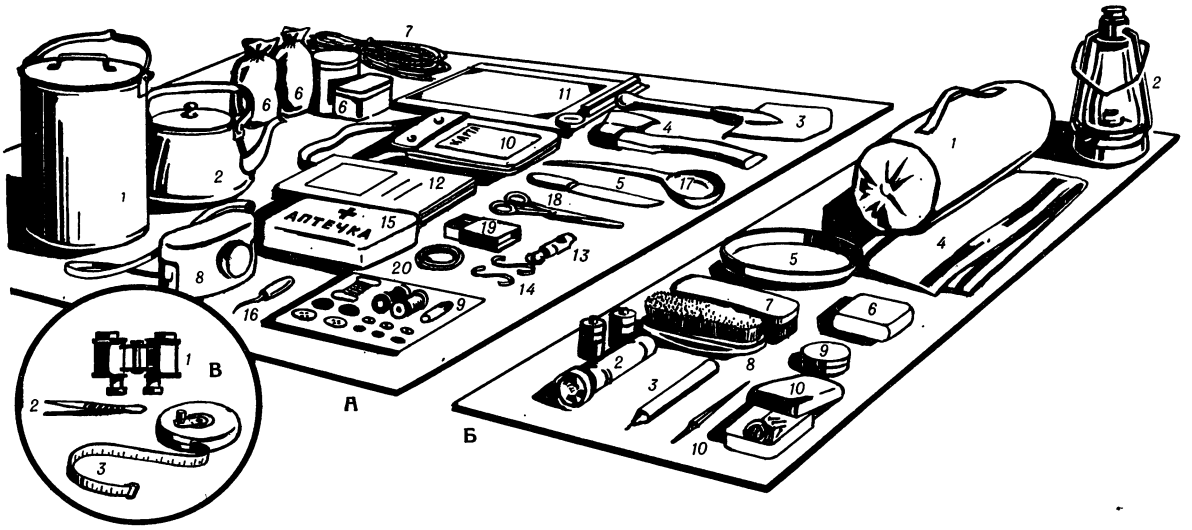
ПОДГОТОВКА К ПОХОДУ

Кто из нас, стоя у карты, не мечтал: хорошо бы поехать на Кавказ, в Арктику, в Антарктиду, в пустыню Каракумы и в другие места! Конечно, это очень интересно.

Но познакомьтесь с биографиями великих путешественников и вы узнаете, что они задолго до дальних экспедиций много путешествовали по родным местам. Они учились наблюдать природу, тренировались и закалялись для трудной работы в путешествиях.

В родном краю, в котором на первый взгляд все известно, всегда окажется много нового и интересного для исследователя. В каждом маленьком путешествии-походе расширяется географический кругозор, накапливаются знания и опыт.

Главное в путешествии — это умение видеть и наблюдать. Опыт показывает, что турист или натуралист, не подготовленный к путешествию, видит сравнительно мало и может пропустить интересное и важное в пути. Происходит это потому, что внимание путешественника рассеивается, взгляд его ни на чем не сосредоточивается. Совершенно иначе воспримет окружающий мир человек, знающий, на что надо смотреть и что замечать. Путешествие



Групповое снаряжение юных туристов: ***А.*** **Обязательное:** *1* — ведро; *2* — чайник; *3* — лопата; *4* — топор; *5* — кухонный нож; *6* — упаковка крупы, масла, чая; *7* — веревки; *8* — фотоаппарат; *9* — булавки, нитки, иголки; *10* — полевая сумка с картой; *11* — планшет; *12* — путевой журнал; *13* — свисток; *14* — крючки для подвешивания котелка над костром; *15* — аптечка; *16* — шило; *17* — уполовник; *18* — ножницы; *19* — спички; *20* — проволока. ***Б.*** **Необходимое при большой группе или многодневном походе:** *1* — палатка; *2* — фонарь «летучая мышь» и электрический фонарь; *3* — свеча; *4* — кухонное полотенце; *5* — сковорода; *6* — мыло; *7* — щетка для обуви; *8* — щетка для платья; *9* — мазь для обуви; *10* — коробочка с гвоздями и проволокой, напильник. ***В.*** **Желательное:** *1* — бинокль; *2* — пинцет; *3* — рулетка.

оставит в его памяти значительно больше впечатлений и, несомненно, обогатит его новыми знаниями. Вот почему очень важно заранее тщательно подготовиться к путешествию и изучить будущий маршрут под углом зрения, что́ хотят узнать путешественники.

Прежде чем отправиться в путь, надо решить, куда идти или ехать и зачем. Это очень важно, так как от этого зависит подготовка к путешествию. Целью похода должно быть знакомство с Родиной: географическое исследование какой-либо местности, поиски полезных ископаемых, знакомство с хозяйством района — колхозами, совхозами, промышленными предприятиями, сбор коллекций минералов, растений, насекомых и т. д.

Готовясь к походу, надо использовать опыт знаменитых путешественников: перед экспедициями они изучали литературу, карты, готовили снаряжение, разрабатывали маршруты, тренировались. В путешествии предстоит большая работа, поэтому необходимо заранее составить план и распределить обязанности между участниками похода.

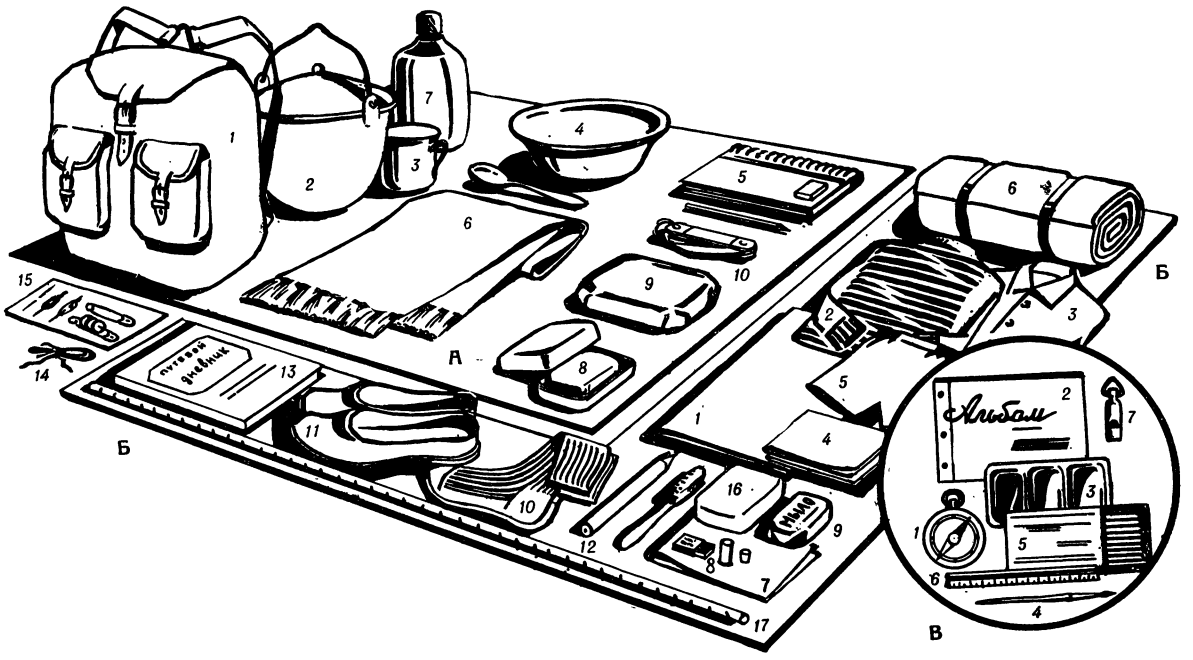
Познакомьтесь с книгами и газетными статьями о местах, по которым вы собираетесь путешествовать. В каждом городе и селе есть люди, хорошо знающие свой край. Они могут рассказать многое, о чем нигде не написано, с ними следует посоветоваться и о маршруте.

Для похода нужна карта района. Ее надо перевести на кальку. На основе подробной карты можно составить схематическую и на ней проложить свой маршрут. В походе схематическая карта будет уточняться и дополняться наблюдениями исследователей.

После похода участники его должны составить географическое описание района и справочник географических названий. В этот справочник следует занести в алфавитном порядке названия рек, деревень, оврагов и т. д., которые встретятся во время похода. Рядом с каждым названием нужно давать краткое пояснение: если это река, то откуда и куда она течет, какова ее ширина, скорость течения, много ли в ней воды (каков расход); если это населенный пункт, то должно быть указано его точное местоположение, численность населения, описан внешний вид, дана характеристика хозяйства колхоза, отмечено наличие школ, больниц, изб-читален, магазинов. Такой справочник очень полезен при описании района и выборе маршрутов будущих походов.

Маршрут следует наметить так, чтобы он проходил по разнообразным природным участкам. Если поблизости есть большой овраг, включите его в маршрут. Будет интересно определить его ширину, глубину, крутизну склонов как в верховьях, так и в устье.

Включите в маршрут часть берега реки,



Личное снаряжение туриста: *А.* **При однодневном походе:** *1* **— рюкзак;** *2* **— котелок;** *3* **— кружка;** *4* **— миска и ложка;** *5* **— записная книжка с карандашом и резинкой;** *6* **— личное полотенце;** *7* **— фляжка для воды;** *8* **— туалетное мыло и мыльница;** *9* **— индивидуальный пакет;** *10* **— перочинный нож с кольцом.** *Б.* **При многодневных походах:** *1* **— простыня;** *2* **— фуфайка;** *3* **— нижняя сорочка;** *4* **— несколько носовых платков;** *5* **— запасные трусы;** *6* **— шерстяное одеяло (ранней весной и осенью);** *7* **— тряпочка для вытирания ног;** *8* **— коробка спичек и патрон с пробкой и запасом спичек;** *9* **— кусок хозяйственного мыла;** *10* **— запасные носки;** *11* **— тапочки;** *12* **— свеча;** *13* **— путевой дневник;** *14* **— запасные шнурки;** *15* **— иголки с нитками, запасные пуговицы и булавки;** *16* **— зубной порошок и зубная щетка;** *17* **— шест с делениями.** *В.* **Желательное:** *1* **— компас;** *2* **— альбом для зарисовок;** *3* **— акварельные краски;** *4* **— кисточка;** *5* **— разноцветные карандаши;** *6* **— линейка;** *7* **— свисток.**

чтобы исследовать его геологическое строение и сделать гидрографические наблюдения. Побывайте на водоразделе.

Не нужно отказываться от боковых или радиальных маршрутов, которые могут дать много интересного для наблюдения. Если времени на радиальные маршруты для всей группы не хватит, то можно разбить ее на отряды и каждому поручить самостоятельный радиальный маршрут. Затем все собранные материалы надо обсудить на общем собрании и обобщить в дневнике.

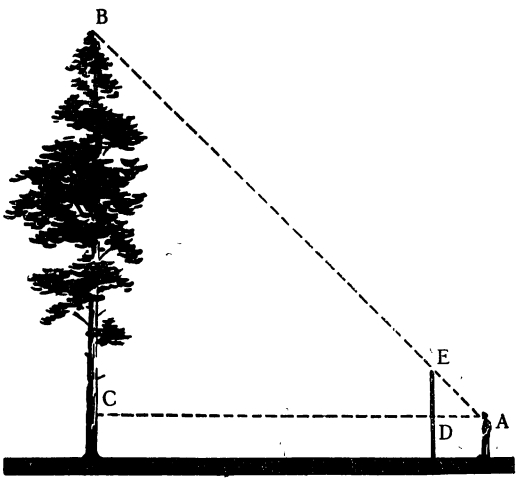
Если юные туристы не первый раз участвуют в походе и имеют некоторую подготовку, то лучше распределить между ними работу: одним участникам похода поручить составить описание рельефа, другим — познакомиться с геологией района, третьим — изучить реки, озера, ручьи и болота, четвертым — наблюдать растительность и животный мир, пятым — проводить метеорологические наблюдения, шестым — описать исторические и археологические памятники, собрать сведения об экономике края и т. д.

Такое распределение работы (в экспедиции всегда организуются специализированные группы-бригады) позволит собрать материал по району богаче и полнее.

Число групп и распределение работы зависят от количества участников туристского похода. Распределяя работу среди юных туристов, необходимо учитывать интересы и способности каждого из них.

Бригада картографов сделает копии всех нужных карт. В путешествии она будет уточнять карту, вести глазомерную съемку, составлять список-словарик географических объектов. В эту бригаду охотно войдут школьники, которые любят чертить и рисовать. Перед походом они в совершенстве изучат карту, научатся ориентировать ее и пользоваться ею в пути. Конечно, и остальные участники похода должны уметь обращаться с картой в пути.

Бригада биологов объединит школьников — любителей ботаники и зоологии. Они же будут вести исследование почв. Перед походом им придется много поработать над снаряжением:



Измерение высоты дерева при помощи шеста. Необходимо предварительно точно измерить высоту шеста, рост производящего измерения и расстояние от него до дерева. Высота дерева вычисляется из пропорции подобных треугольников *ABC* и *AED*.

сделать папки для гербария, различные сачки (для ловли плавающих и донных животных, а также насекомых), морилки и расправилки для бабочек и насекомых.

Бригада геологов и геоморфологов будет описывать геологические обнажения в овражных и речных обрывах и в карьерах, если они попадутся на пути. Кроме того, зарисует формы рельефа местности: холмы, западины, промоины, оползни, овраги, речные террасы и т. д.

Бригада гидрологов займется описанием речек, озер, прудов, болот. Гидрологи исследуют также ширину, глубину, скорость течения рек, цвет и прозрачность воды.

В одну группу могут объединиться все любители истории и литературы. Они соберут материалы об исторических событиях, происходивших на территории маршрута, запишут сказки, песни, пословицы и поговорки — словом, все то, что называется устным народным творчеством (фольклором). Обычно в эту же группу входят и экономико-географы, которые изучают заводы, колхозы, совхозы, различные предприятия на исследуемой территории. Результатом их работ будет экономико-географическая характеристика района.

В каждой туристской группе должны быть метеорологи, которые во время путешествия будут измерять температуру и давление воздуха, скорость ветра, определять направление ветра, облачность, интенсивность и продолжительность осадков. В обязанность метеорологов входит также давать прогноз погоды на ближайшие дни.

Любители-фотографы и художники могут образовать группу корреспондентов, работающую вместе с редактором дневника похода. Нужно обязательно назначить двух санитаров.

В поход не следует брать ничего лишнего, но все необходимое должно быть. В зависимости от цели путешествия и маршрута нужно подготовить снаряжение как групповое, так и личное. Перед походом проверьте снаряжение и укладку вещей.

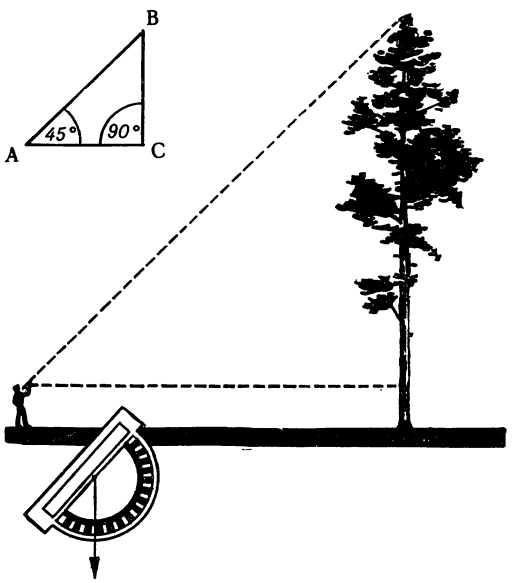
Некоторые вещи, нужные в походе, можно сделать самим. Как это сделать, показано на таблице, а подробно об этом рассказывается в «Книге вожатого» и в «Спутнике юного туриста».

Издавна у географов установлено правило: «Что наблюдаешь — записывай». А записывать надо точно и по возможности подробно.

Когда географ-исследователь выезжает в экспедицию, он берет с собой много различных, иногда очень сложных приборов.

Только с их помощью можно с большой достоверностью определить расстояние, измерить крутизну склонов горы или оврага, высоту холмов и гор, рассчитать водоносность реки и т. д.

Юным исследователям родного края следует также запастись приборами и научиться хо-



Высоту дерева можно определить при помощи транспортира. Наблюдатель должен занять положение, при котором отвес транспортира показывает угол в 45°. Строится прямоугольный треугольник *ABC*, в котором угол *BAC* в 45°, а следовательно, и угол *ABC* также равен 45°, поэтому катеты треугольника *AC* и *BC* равны. Измерив расстояние от наблюдателя до дерева, можно узнать величину *AC* и *BC*. Высота дерева равняется расстоянию от него до наблюдателя плюс высота роста наблюдателя.

рошо пользоваться ими. Многие приборы они смогут сделать сами. В школе да и в классе всегда есть ребята, которые любят строить, умеют паять, выпиливать из фанеры. Большую помощь в этом могут оказать учителя географии, математики и физики.

На глаз трудно определить высоту дерева или холма, для этого нужен прибор — угломер. Весь прибор умещается в кармане и состоит из картонки или спичечной коробки, на которой нарисована полуокружность и нанесены деления от 0 до 90° и далее до 0°. Диаметр, ограничивающий этот полукруг, лежит на длинной боковой стенке коробки. Вдоль этой стороны и следует смотреть, направляя луч зрения на вершину холма или по склону. Отвес, т. е. грузик, прикрепленный на ниточке к центру полукруга, покажет на шкале угол в градусах.

Нетрудно самим сделать папки для гербария, топографические планшеты, полевую книжку, карманные солнечные часы, прибор для рисования. Для определения направления ветра надо смастерить флюгер из жести; для гидрологических исследований — поплавки (чтобы определять скорость течения), рейки с делениями для измерения глубины рек и озер и диск Секки — белый круг диаметром 30 *см* — для определения прозрачности воды.

Перед путешествием проведите тренировочный поход, чтобы выявить все недостатки, устранить их и узнать, насколько группа юных туристов подготовлена для исследования своего края.

В ПОХОДЕ

Приготовления к походу закончены. Маршрут выбран и нанесен на схематическую карту района. Назначается день похода. Отправляться в путь лучше пораньше, чтобы пройти большую часть дневного маршрута утром, пока солнце не припекает. В жару идти труднее.

Перед отправлением проверьте в последний раз, все ли нужное взято с собой.

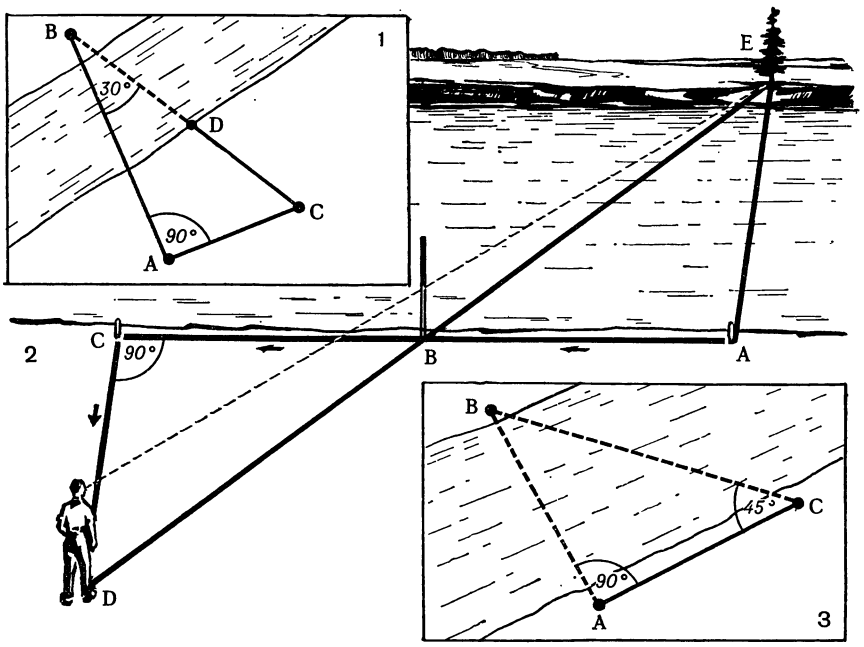
СОСТАВЛЕНИЕ МАРШРУТНОЙ ЛЕНТЫ

Бригада географов-топографов выходит в поход первой. У каждого из них планшет — фанерный прямоугольник 30 × 40 *см* с чистым листом бумаги, линейка и компас.

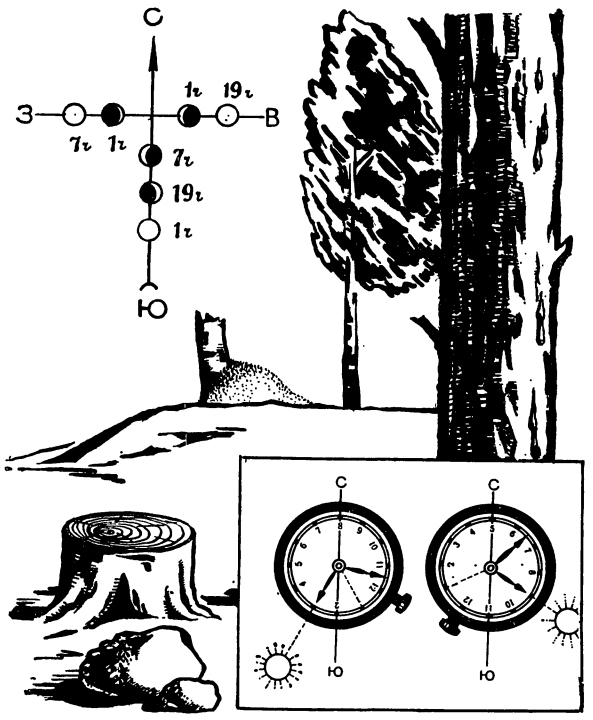
У бригадира к планшету прикреплена схема района. Его бригада должна не только следить за правильностью маршрута, но и вычерчивать маршрутную ленту.

Маршрутной лентой называется такой топографический план, на котором изображается только узкая полоска местности по обеим сторонам дороги. Для этого производится глазомерная съемка местности (см. стр. 396).

По ходу маршрута вся группа путешественников время от времени должна останавли-



Три способа измерения ширины реки. На *рис. 1* использованы свойства прямоугольного треугольника с углом в 30°. Строится треугольник *ABC*, сторона, лежащая против угла в 30°, составляет половину гипотенузы *BC*. Сторону *AC* легко измерить, и, удвоив эту величину, можно определить гипотенузу *BC*. Определив отрезок *CD*, следует вычесть полученное число из общей величины гипотенузы *BC*. Наблюдатель определяет отрезок гипотенузы *BD*, который и является шириной реки. На *рис. 2* ширину реки измеряют, используя признаки равенства треугольников. Став в точку *A*, наблюдатель замечает на противоположном берегу точку *E*. Затем он проектирует при помощи компаса или эклиметра линию *AC*, перпендикулярную к *AE*, т. е. угол *CAE* будет равен 90°. Отмерив шагами расстояние *AB*, наблюдатель ставит шест в точке *B*, а затем отмеряет такое же расстояние *BC*, равное *AB*. От точки *C* наблюдатель идет по линии *CD*, перпендикулярной к *AC*, до тех пор, пока не увидит, что шест и точка *E* лежат на одной линии *ED*. В результате получаются два треугольника — *AEB* и *CDB*, равные между собой, потому что у них стороны *AB* и *BC* равны, углы *BAE* и *BCD* прямые, а углы *EBA* и *CBD* равны как вертикальные. Из равенства треугольников следует, что искомая сторона *AE* равна стороне *CД*, которую легко измерить. На *рис. 3* наблюдатель из точки *A* замечает точку *B*, идет по линии *AC*, перпендикулярной к линии *AB*, и доходит до точки, из которой линии *AC* и *BC* образуют угол в 45°. Получается равнобедренный треугольник *ABC*; искомая сторона *AB* равна стороне *AC*, которую легко измерить.



Ориентировка на местности. Сверху слева показано, как можно определить части света по положению луны на небосводе в различные часы суток. При полнолунии в 7 ч. утра луна бывает на западе, в 19 ч. — на востоке и в 1 ч. ночи — на юге. Молодой месяц (рожки направлены в левую сторону) бывает в 1 ч. ночи на западе, в 19 ч.— на юге. Серп убывающей луны (рожки направлены вправо) в 1 ч. ночи бывает на востоке и в 7 ч. утра — на юге. Внизу справа показано, как можно по часам определить направление на север и на юг. Для этого часы надо держать так, чтобы часовая стрелка была направлена на солнце. Расстояние между часовой стрелкой и цифрой 1 делится пополам. Эта линия одним концом покажет юг, а другим — север. Средний рисунок показывает, как можно ориентироваться по местным приметам: пологий склон муравьиной кучи обращен к югу; на северной стороне дерева меньше ветвей и листьев; на южной стороне сосны — натеки смолы; на пеньке видны годичные кольца, утолщенные к югу; северная сторона камня покрыта мхом.

ваться, чтобы каждый турист записал в свою полевую книжку все интересное, что встретилось в пути. Удобный размер полевой книжки— 10×12 *см*. Книжка должна быть в твердом картонном или клеенчатом переплете. В конец ее можно вложить несколько листиков миллиметровки и прозрачной бумаги — кальки.

Остановки для наблюдений и записей надо делать на поворотах дорог или в тех местах, откуда далеко видно по сторонам, например на вершине холма. На каждой такой остановке юные путешественники должны точно определить свое местоположение и описать местность.

Запись в полевой книжке следует начинать примерно так: «Дата и время — 6 августа 1964 г., 8 часов 30 минут; точка наблюдения — первая».

Затем нужно указать точное местоположение, например: «100 *м* севернее деревни Киреевки, у одинокого дерева на проселочной дороге к деревне Новоселки».

После этого можно описывать всю окрестность. Начинают обычно с рельефа и геологического строения (если рядом на склоне оврага или в береговых обрывах видны слои горных пород), затем описывают почву, растительность и те местные предметы, которые видны вокруг.

Если же наблюдатели находятся у какого-нибудь объекта, интересного в географическом отношении, на берегу озера или реки, у геологического обнажения или в населенном пункте, который они изучают, то этот объект нужно описать как можно подробнее. Но всегда надо начинать описание с окружающей местности в целом, а затем переходить к отдельным объектам и их деталям.

Записывайте в полевой книжке только на правой стороне. Левую — заполняйте рисунками, чертежами, схемами.

Не каждый может сразу научиться хорошо рисовать. Но даже самая грубая, схематическая зарисовка силуэта холма, крутого поворота реки, формы листа какого-нибудь растения может помочь при обработке полевых записей, оживив в памяти виденное.

На левой стороне полевой книжки нужно вычерчивать также схематическую маршрутную ленту похода.

Записывать в полевую книжку можно только простым карандашом средней жесткости: запись химическим карандашом превратится после первого же дождя в сплошную кляксу. Карандаш удобно привязать шнурком к книжке, чтобы он не потерялся.

На каждой следующей точке наблюдения описывают не только все окружающее, но и то, что встретилось на пути к ней. Нужно обязательно указывать пройденное расстояние и взятое направление (например, на север, восток или юго-запад).

В полевую книжку записывают рассказы экскурсовода на фабрике, в колхозе или музее, беседы о районе маршрута с местным краеведом, охотником или другими людьми, хорошо знающими эту местность.

Запись — отражение того, что видел наблюдатель. Поэтому для юного географа или краеведа крайне важно научиться наблюдать все интересное. А для этого надо знать, на что именно следует обращать внимание в туристском походе.

ОПИСАНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Изучением форм поверхности Земли занимаются исследователи — геоморфологи.

При характеристике рельефа наблюдатель должен постараться определить, какими главными (рельефообразующими) причинами вызвана та или иная форма поверхности, понять ее происхождение. Юному географу бывает трудно самому разобраться в этих вопросах, поэтому следует обращаться за помощью к учителю и книгам.

Во время похода бригада геоморфологов должна пересечь тот район, который она описывает.

Если решено дать описание рельефа только по маршруту, то необходимо по возможности расширить полосу наблюдений и время от времени отходить от основного пути в сторону. Особенно это важно там, где местность закрытая, т. е. где холмы или лес мешают широкому обзору.

Делая записи общего характера («местность гористая», «холмистая», «всхолмленная», «сильно пересеченная» и т. д.), надо также описать и нанести на карту отдельно каждую форму рельефа —крутой склон горы, холм, западину, овраг, речную долину, уступ и т. д.

Определять размеры — высоту, глубину, ширину, угол падения склона — часто приходится на глаз.

Так как рельеф тесно связан с геологическим строением местности, то при наблюдениях следует описывать не только внешний вид той или иной неровности поверхности, но также обращать внимание на геологическое строение и состав горных пород, слагающих эту неровность.

Нужно тщательно описывать оползни, карстовые воронки, пещеры и т. п. Описание надо иллюстрировать многочисленными схематическими зарисовками.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

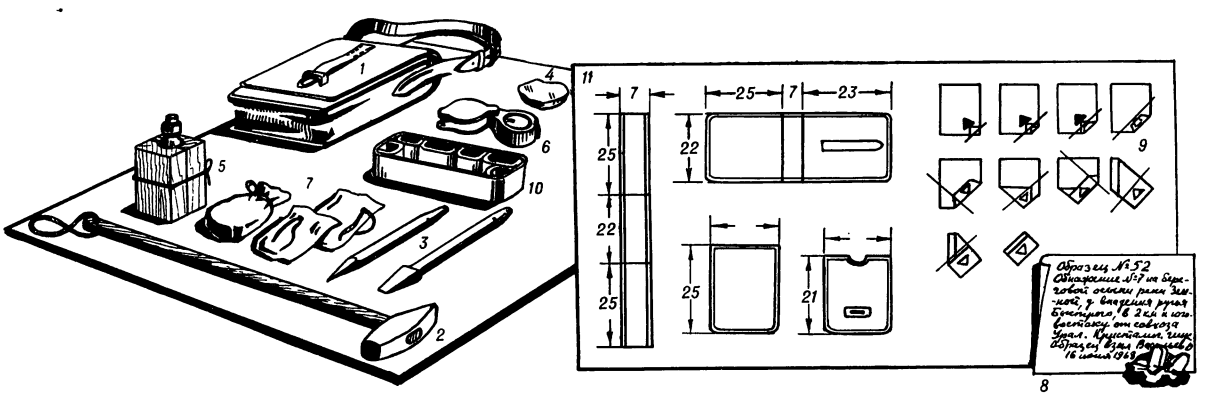
Прежде всего следует расспросить местных жителей о местах, где можно наблюдать выходы слоев горных пород. Эти так называемые геологические обнажения надо нанести на карту или схему местности.

Не всегда можно наблюдать слои горных пород на поверхности, как обычно бывает в горных районах. На равнине горные породы чаще всего обнажаются в оврагах и береговых обрывах.

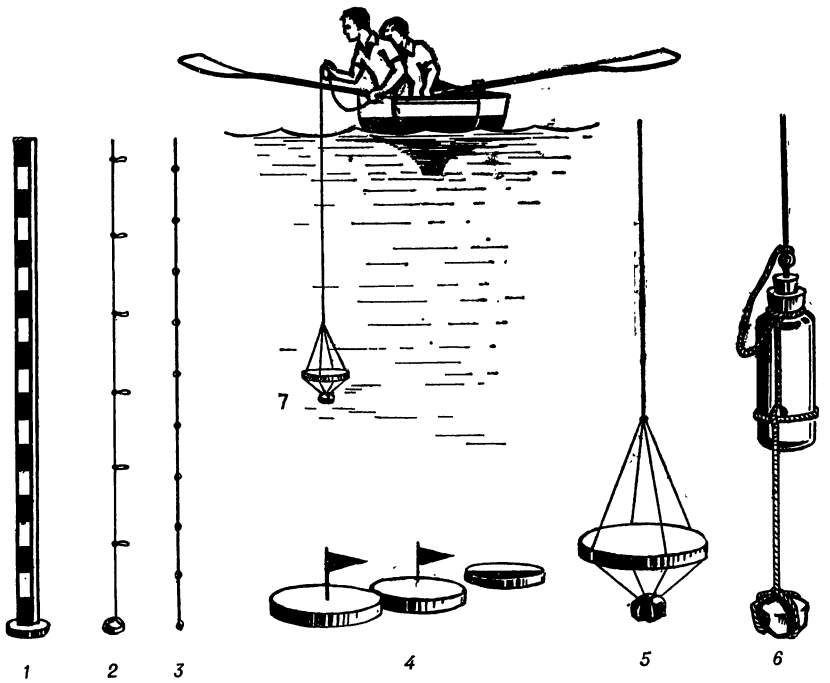
Можно наблюдать слои горных пород в искусственных ямах — карьерах, где берут для строительства песок, глину или камень, а также в местах, где железнодорожное полотно или шоссейная дорога проходит в выемке.

Следует зарисовать общий вид геологического обнажения и рельеф окружающей местности; тут же сделать общее описание внешнего вида обнажения. Рисуют на левой стороне полевой книжки, а если обнажение большое — сразу на двух сторонах, на развороте. Иногда для зарисовок используют отдельные листы белой бумаги или альбом.

Юные геологи должны рассмотреть и тщательно описать каждый из слоев горных пород.



Снаряжение юного геолога: *1* — полевая сумка; *2* — геологический молоток; *3* — зубило двух видов; *4* — фарфоровая пластинка (бисквит); *5* — деревянный футляр для кислоты; *6* — лупа; *7* — мешочки для образцов; *8* — образец геологической этикетки; *9* — схема показывает, как нужно заворачивать образцы минералов в бумагу; *10* — «карманчик» для различных предметов; *11* — чертеж, как самому сделать сумку (цифры показывают размер в сантиметрах).



Снаряжение юного гидролога: *1* — водомерная рейка; *2* — мерный шнур с грузом — лот; *3* — мерный шнур, разделенный узлами; *4* — поплавки для вычисления скорости течения; *5* — диск Секки; *6* — самодельный батометр с грузом для получения проб воды; *7* — так измеряют прозрачность воды при помощи диска Секки.

Изучать обнажения начинайте с нижнего слоя. Рулеткой или линейкой измерьте мощность (толщину) слоя и запишите данные на правой стороне полевой книжки.

В описании каждого обнажения укажите его точное местоположение, порядковый номер, размеры и характеристику каждого слоя (известняк, песок и т. д.).

При этом следует обратить внимание на то, как залегают слои — горизонтально или под углом, из каких пород они сложены (глина, песок, гранит и т. д.) и как проходят границы между соседними слоями. Нужно описать цвет породы и ее строение.

Если есть какие-либо включения, например отдельные гальки в слое песка, то это надо указать, предварительно определив густоту, состав и размер таких включений.

Следует отметить выходы грунтовых вод: родничок, сочащиеся капли или просто увлажненные места.

В полевой книжке (лучше на левой стороне) рядом с описанием обнажения должен быть вычерчен его профиль.

Из каждого слоя надо взять образец породы и завернуть его отдельно от других, приложив к нему этикетку. Для откалывания горных пород пользуются геологическим молотком. Все образцы укладывают в рюкзак.

Большой интерес представляют образцы отдельных минералов, красивых кристаллов, а также полезных ископаемых (уголь, руда, разные строительные материалы и т. д.).

Особенно важно собрать встречающиеся в осадочных горных породах окаменевшие остатки ископаемых животных. Они помогут определить возраст геологических отложений.

Из лучших геологических образцов позже составляются коллекции для школы.

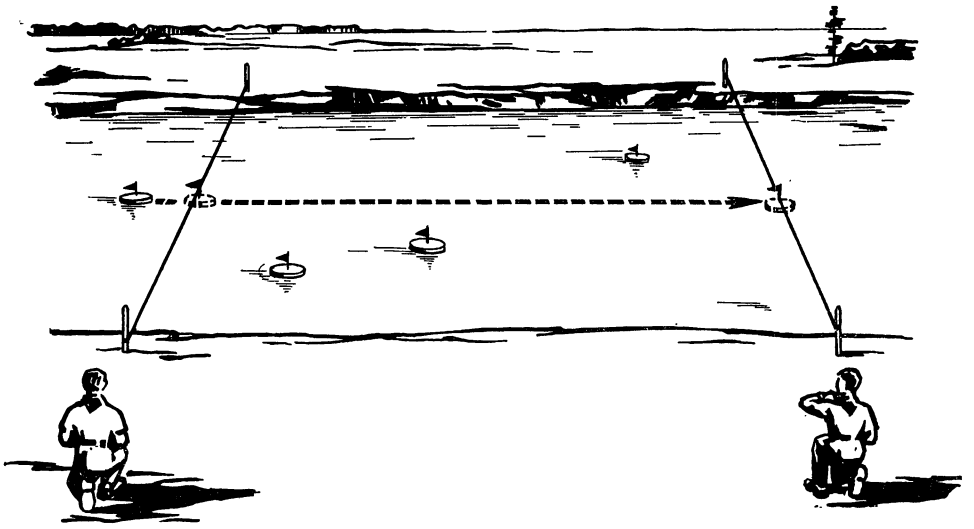
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Каждый поход становится особенно интересным, когда на пути встречается река или озеро. В таких местах нужно провести разнообразные наблюдения и описать само озеро или реку, указать их размеры (длина, ширина, площадь бассейна, глубина), режим; можно исследовать прибрежную и водную растительность, животный мир на берегу и в водоеме.

Бригада гидрологов запасается для своих наблюдений некоторыми самодельными приборами. Прежде всего у них должен быть мерный шнур — крепкий, витой шпагат, в который вплетают через каждый метр кусочки цветной тесьмы. При помощи этого шнура гидрологи определяют ширину реки.

Описание водоема начинается с общей характеристики окружающей местности и составления глазомерного плана. Знание геологического строения и рельефа района поможет определить форму долины реки и озерной котловины. Тут же надо описать растительность на берегах водоема и на водоразделе.

При изучении реки нужно в первую очередь точно измерить ширину и глубину речной долины и самого русла. Для этого пользуются мерным шнуром, если река неширока. Когда же переправиться через реку трудно, ее ширину определяют геометрическим построением. Изме-



Измерение скорости течения при помощи поплавков.

рив ширину реки в разных местах, записывают, что она колеблется в пределах от стольких-то до стольких-то метров.

Глубину реки определяют рейкой (палка с делениями, нанесенными масляной краской) или лотом (мерный шнур с грузом на конце).

Шнур протягивают поперек русла реки или мысленно проводят линию между шестами, установленными на обоих берегах. Эта линия называется поперечным створом. Лот или водомерную рейку опускают в воду вдоль по створу, через равные промежутки. Если цифры глубин сложить и сумму разделить на число промеров, то и получится средняя глубина реки.

Частые промеры помогают определить рельеф дна; а если величину этих промеров отложить в масштабе от прямой линии — поверхности воды — на миллиметровке, то получится чертеж поперечного сечения, или, как его называют, живого сечения русла реки.

Произведя простой расчет, можно получить площадь живого сечения, а она в свою очередь необходима для определения расхода воды в реке (см. стр. 174). Это очень важно для характеристики реки. Расход реки учитывают при строительстве различных гидросооружений, мельниц, электростанций, при использовании воды для орошения.

Чтобы определить расход реки, необходимо площадь живого сечения русла умножить на среднюю скорость течения. Для определения скорости течения выбирают прямой, чистый от растительности и камней участок русла. На берегу вдоль реки отмеряют 50—100 *м*, но не меньше тройной ширины русла. Это расстояние ограничивают створами — верхним и нижним. Несколько выше верхнего створа в воду бросают деревянные поплавки. Наблюдатель с помощью секундомера или часов с секундной стрелкой определяет, за сколько секунд поплавок проходит расстояние между створами. Зная расстояние и время, нетрудно высчитать скорость течения реки, разделив расстояние в метрах на время в секундах.

Описание реки будет полным лишь в том случае, если в нем укажут, каков ее режим в течение года. У местных жителей можно узнать, как падает уровень реки летом, не пересыхает ли она, как широко разливается весной, долго ли держится на высоком уровне после ливневых дождей. Обязательно надо расспросить, как используется эта река.

План описания озера похож на план описания реки. Форма озера обычно требует пересечения его несколькими створами, по которым и промеряют глубины.

Описывая озеро, дают характеристику воды: определяют ее вкус (пресная, соленая и т. д.), температуру, цвет и прозрачность. Опуская в воду на мерном шнуре круг Секки из жести, окрашенный белой масляной краской, надо заметить, на какой глубине он начнет исчезать, а потом и вовсе не будет виден. Эта глубина в метрах называется прозрачностью воды данного озера.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Во время похода хорошо также провести биологические наблюдения. О том, как наблю-

дать в природе животных, составлять коллекции и гербарий, можно подробно прочесть в томе 4 ДЭ (Растения и животные).

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Метеорологические наблюдения нужно проводить в установленные сроки (1, 4, 7, 10, 13, 16, 19 и 22 часа) по местному времени 4 или 8 раз в сутки; показания приборов снимать точно и сразу же записывать их в журнал метеонаблюдений, форму которого можно взять в «Спутнике туриста». Желательно ежедневно вычерчивать в блокноте графики суточного изменения температуры и давления воздуха, скорости ветра: они более наглядны, чем записи в журнале, и облегчают предсказание погоды. Нужно помнить, что все наблюдения проводятся на ровной площадке диаметром не менее 10 *м*, на высоте 2 *м* над поверхностью земли. Температуру воздуха измеряют обычно термометром-пращой; его вращают на бечевке над головой 2 минуты и сразу делают отсчет. Можно измерять температуру и обычным термометром, но тогда к нему надо привязать шнур длиной около 100—120 *см* и пользоваться им как термометром-пращой. При отсчете термометр ни в коем случае нельзя брать руками за резервуар с ртутью или спиртом. Держите прибор только за его верхний конец и следите, чтобы во время отсчета на него не падали солнечные лучи.

Облачность определяется количеством облаков, закрывающих небо, по десятибалльной системе (см. стр. 203). Количество осадков в туристских путешествиях обычно не измеряют, а отмечают их вид (дождь, снег, град, крупа и т. д.), интенсивность (слабые, средние, сильные) и продолжительность.

Давление воздуха, направление и скорость ветра — один из лучших показателей изменений погоды. Для измерения давления пользуются обычно барометром-анероидом (см. стр. 201).

Направление ветра измеряют при помощи компаса и самодельного флюгера из жести или узенькой ленточки длиной в 50 *см*, привязанной на конце палки, которую поднимают над головой.

Уметь предсказывать погоду очень важно для правильной организации туристского похода. Это позволит заранее планировать график движения группы. Предсказать «хорошую» или «плохую» погоду можно по различным местным признакам (см. стр. 216—217) и по изменению метеорологических условий: давления, температуры воздуха, скорости и направления ветра и т. д.

В походе каждый вечер нужно выделять время на обработку дневных полевых сборов и записей.

В конце похода заслушайте сообщения каждой бригады о результатах ее работы. Это, во-первых, очень интересно всем участникам путешествия, а во-вторых, облегчит составление общего отчета о походе.

Отчеты участников похода, вычерченные карты, зоологические и минералогические коллекции, гербарий, самодельные приборы — все это хорошие наглядные пособия, которые можно подарить своей школе. Учителя охотно их используют на занятиях по географии, ботанике и зоологии. Кроме того, бóльшая часть собранных во время путешествия материалов пригодится для кружковой работы.

ГЛАЗОМЕРНАЯ СЪЕМКА МЕСТНОСТИ

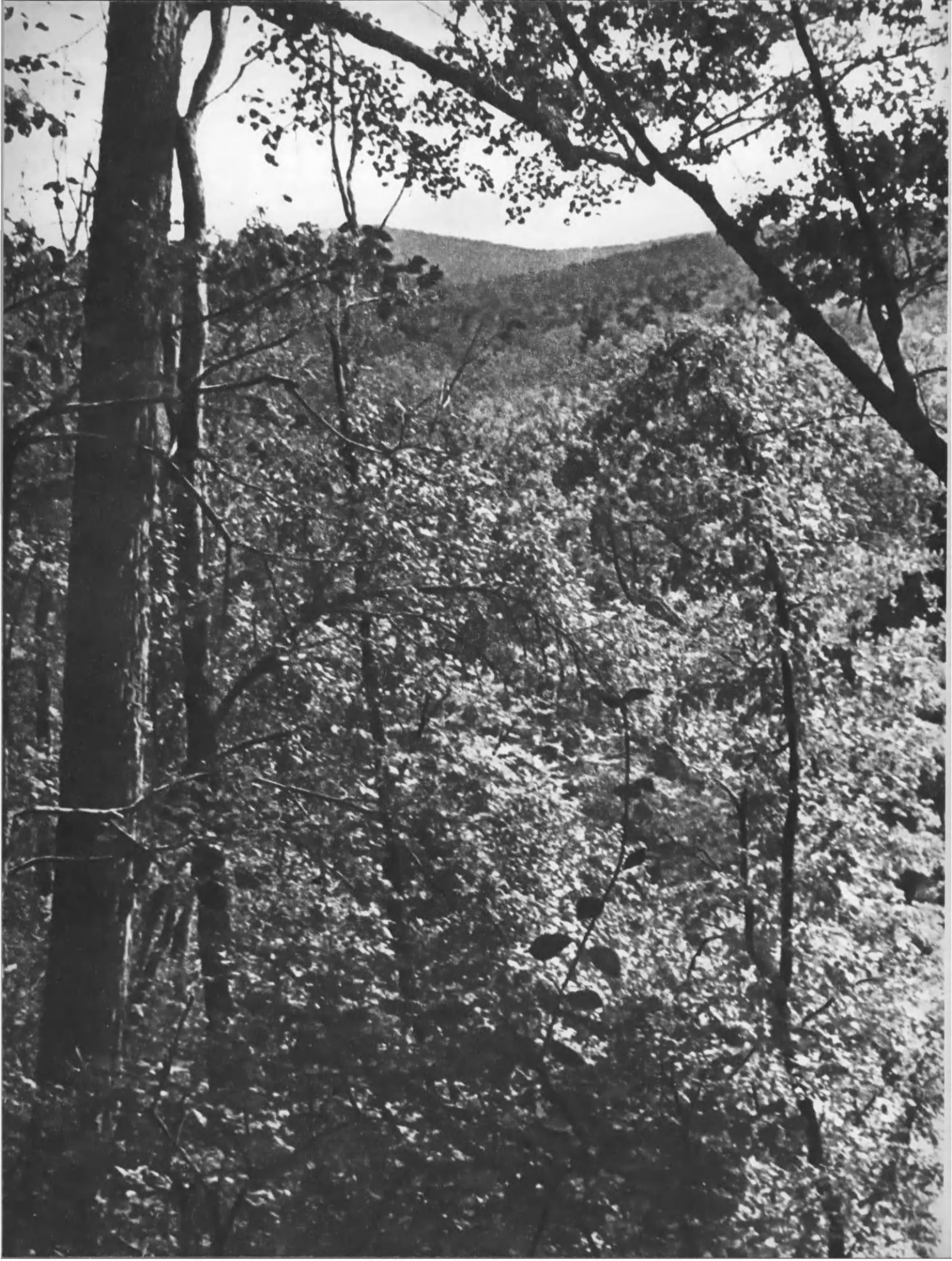
Когда вы рассказываете кому-нибудь, на какой полянке в лесу нашли много ягод, то говорите, показывая рукой в сторону березовой рощи: «Там, как выйдете из пионерлагеря — так направо, по тропинке через овраг, потом до одинокой березы, а оттуда совсем близко, шагов через двести, начинается вырубка; надо на нее свернуть, дойти до кустов, а за ними — та самая полянка, где много ягод».

Если такой рассказ сопровождается рисунком на земле при помощи палочки, то объяснение становится еще нагляднее.

Но это хорошо, когда и рассказчик, и слушатель хорошо знают местность и могут

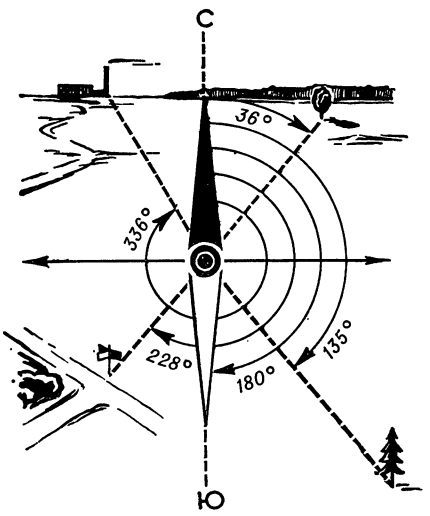
Высоко в горах из ледников рождаются реки.

На обороте: Уссурийская тайга. →



быстро вспомнить и овраг, и вырубку, и полянку.

А как быть, если надо объяснять дорогу в далекой и незнакомой стороне? Как показать, где должен пройти маршрут экспедиции, где надо устроить привал, под каким камнем есть родничок с хорошей питьевой водой и в каком месте надо искать сторожку лесника?



Так определяются азимуты с помощью компаса. Исходная точка —0°, т. е. север. Отсчет ведется в градусах по часовой стрелке.

В таком случае нам нужно будет составить план местности на глаз с применением самых простых приборов. Ваш план не будет отличаться большой точностью, но она вам и не потребуется. Такой вид топографической съемки называется глазомерной съемкой.

Различают глазомерную съемку площадей и по маршрутам. Съемки по маршрутам часто применяются на экскурсиях, в туристских походах и реже — в экспедициях, дорожных изысканиях и т. д. При этом виде съемки изображается лишь путь следования и его ближайшее окружение. При маршрутной съемке необходимы только компас и записная книжка.

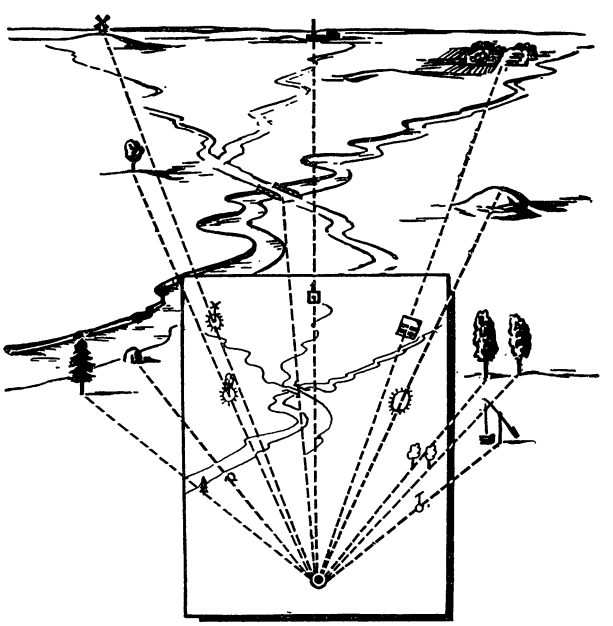
Во время маршрутной съемки компас все время держат ориентированным, т. е. так, чтобы северный конец стрелки совпадал с буквой С его шкалы. В коробке компаса имеется шкала, разделенная на градусы — от 0 до 360. По ней определяют направление. Например: дорога от *А* до *В* идет под углом 260°, если отсчитывать угол от северного направления меридиана по ходу часовой стрелки до направления дороги. Этот угол называют азимутом. Так же определяют направление на видимые с дороги местные предметы.

В записную книжку обязательно записываются расстояния между точками стояния и все азимуты, определенные из каждой точки.

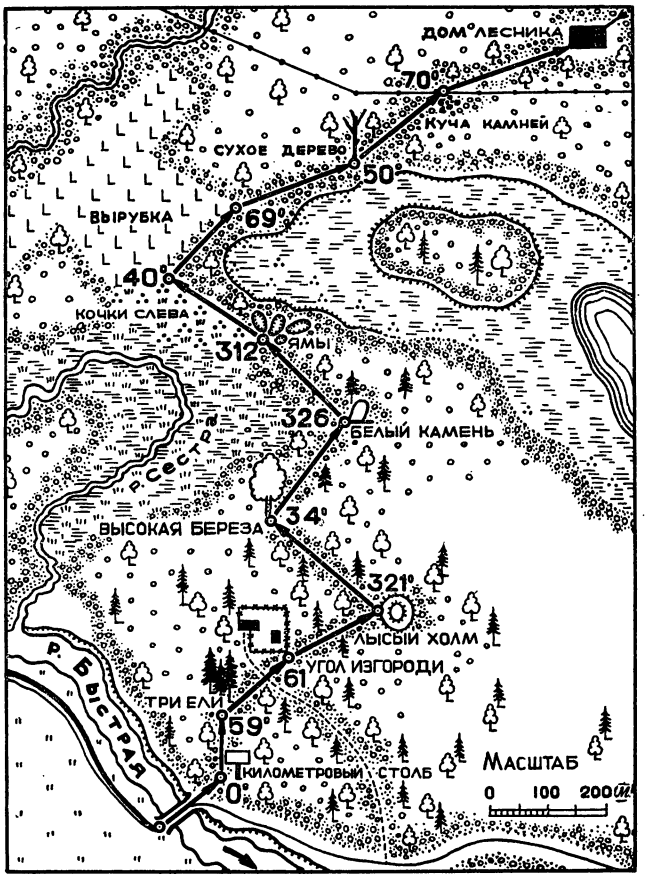
На всех точках поворота берут обратные азимуты для контроля. Например, если азимут из точки *А* на точку *В* был равен 260°, то азимут из *В* на *А* (обратный) должен отличаться на 180°, т. е. быть равным 80°.

Во время длительных остановок в походе на основании записей из книжки составляется план. Первым делом от исходной точки стояния надо прочертить направление на следующую точку, в принятом масштабе отложить записанное расстояние между ними. Затем точно так же одну за другой нанести по порядку все точки стояния. После этого из каждой точки по записанным азимутам проводятся направления на завизированные предметы. Точки пересечения двух направлений на один местный предмет из двух или более точек маршрута и есть положение этого предмета на плане. Сами предметы изображаются соответствующими условными знаками. Направления лучше всего вычерчивать при помощи транспортира.

Для составления плана глазомерной съемки площадей нужно иметь планшет, компас, визирную линейку и отточенный средней жесткости



Зарисовка местности по заметным ориентирам. Все ориентиры наносятся на бумагу при помощи линейки, направленной на ориентир.



На этом плане стрелками показано, как можно пройти лес по азимуту, определяя направление по заметным ориентирам.

карандаш, а при желании достигнуть большей точности в работе — треногу. Ее может заменить кол высотой около 1 *м*. К планшету прикрепляют компас и бумагу. Ее приклеивают узкими бумажными полосами по краям листа, чтобы потом его было легко вынуть. Кнопки применять нельзя: они железные и будут влиять на показания компаса. Компас наглухо прикрепляют в верхнем левом углу планшета так, чтобы буква С компаса была направлена к верхнему краю планшета. Компас надо прикреплять медными или алюминиевыми шурупами или медной проволокой.

Перед выходом «в поле», т. е. на съемку, у левого края планшета под центром компаса при помощи линейки вычерчивают на бумаге вдоль ее левого края тонкую стрелку. Над верхним концом ее ставят букву С, а под нижним — Ю. Если компас и вычерченная стрелка размещены правильно, то диаметр компаса С — Ю лежит на одной линии со стрелкой.

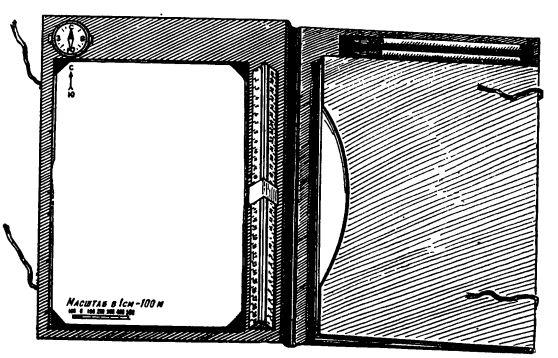
При глазомерной съемке площади, прежде чем приступить к работе, следует провести предварительный осмотр всего участка, определить его размеры на глаз и при помощи компаса найти стороны горизонта. Такая подготовительная работа необходима, чтобы выбрать и нанести на планшет исходную точку (И. Т.), с которой будет начинаться съемка. При желании разместить весь снимаемый участок на одном листе необходимо правильно избрать масштаб и исходную точку.

Предположим, что длина намеченного к съемке участка составляет около 3 *км*, а ширина — 2 *км*. Изображение такого участка может уместиться на планшете размером 30 × 40 *см* при условии, если масштаб будет взят 1 : 10 000, т. е. в 1 *см* 100 *м*. В более мелком масштабе, например в 1 *см* 300 *м*, получится чрезмерно маленький чертеж. При очень крупном масштабе, наоборот, площадь не поместится на бумаге.

После решения вопроса о масштабе плана можно вычертить внизу на планшете линейный масштаб.

Затем можно начинать съемку, т. е., придя на исходную точку, тщательно ориентировать планшет. Делается это так: планшету придают горизонтальное положение и освобождают стрелку компаса (отпускают предохранитель компаса, и стрелка приходит в движение), а потом, не нарушая горизонтальности планшета, поворачивают его до тех пор, пока северный конец стрелки не совпадет с буквой С компаса. Такое положение называют о р и е н т и р о в а н н ы м. При ориентированном положении планшета стрелка компаса и ранее вычерченная стрелка на планшете лежат на одной линии и обращены к северу.

Ориентированный планшет дает возможность предугадать, как разместится на бумаге будущий план, и вместе с тем поможет решить во-



Планшет.

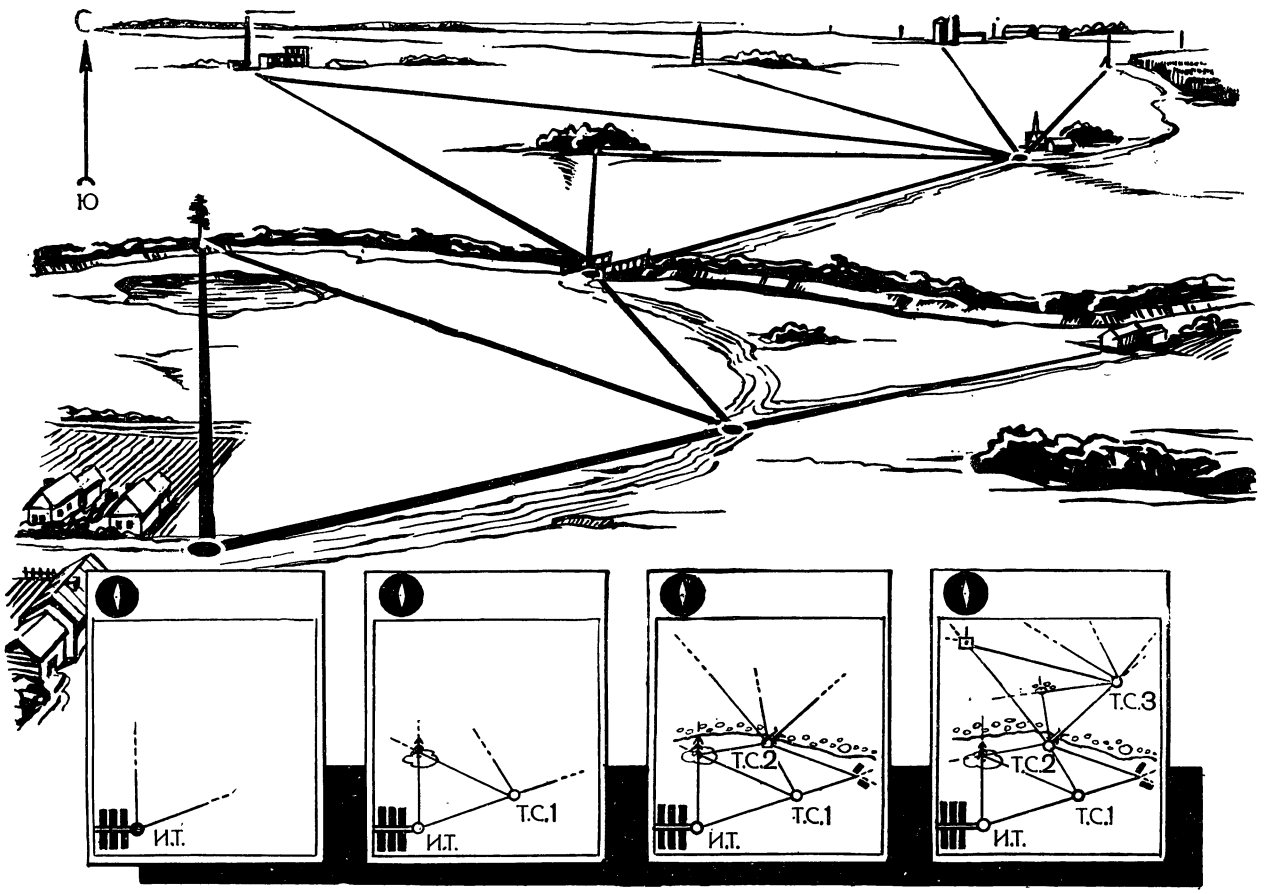


Схема показывает, как составляется план глазомерной съемки.

прос, где поставить на планшете исходную точку, с какого пункта начать съемку.

Если, например, участок вытянут от исходной точки с юго-запада на северо-восток, то исходную точку надо поставить слева в нижней части планшета.

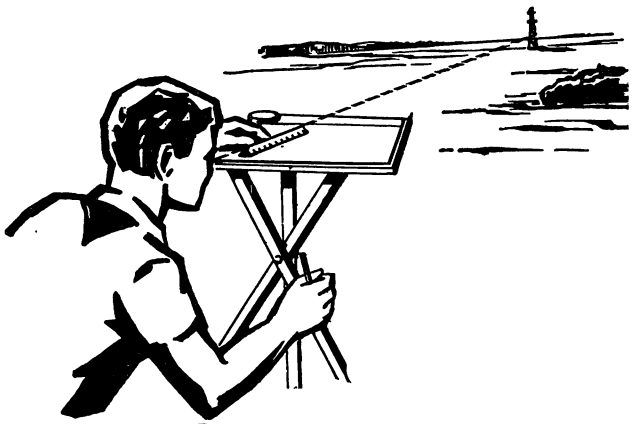
Отметив карандашом на планшете исходную точку (И. Т.), следует еще раз осмотреть местность. На этот раз внимание обращается на все предметы, выделяющиеся на местности: отдельный холм, высокое дерево, строение, водоемы, мосты, насыпь и т. д. Такие предметы в съемочной работе называют ориентирными или ориентирами. Нанесение их на чертеж уже даст некоторое представление о снимаемой местности.

Среди ориентиров отмечают и ориентир исходной точки. В нашем примере, при участке, вытянутом с юго-запада на северо-восток, этот ориентир расположен где-то в юго-западной стороне местности. Пусть таким ориентиром служит, например, крайний дом деревни, вытянувшейся на запад. От этого дома и будет начата съемка.

Ранее нанесенная на планшет исходная точка обозначает теперь выбранный дом. Большинство ориентиров из-за своих малых размеров не может быть изображено на планшете в принятом масштабе, поэтому стоящий у исходной точки дом изображается на плане условным знаком, установленным для топографических карт.

Около дома, выбранного за исходную точку, местность снова осматривается. Здесь кругозор может быть не так широк и не все ранее замеченные ориентиры могут быть видны. Проходит, положим, проселочная дорога, которая дальше поворачивает куда-то в сторону, в глубину участка, а из остальных ориентиров видна только одиноко стоящая ель.

У исходной точки на местности планшет еще раз тщательно ориентируют и от исходной точки на планшете карандашом прочерчивают на-



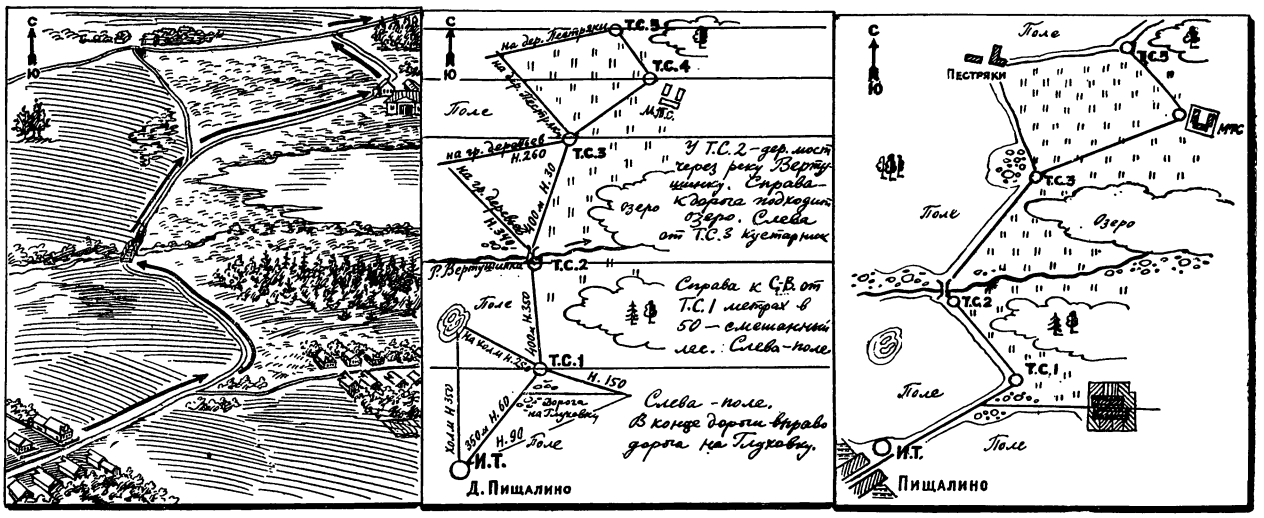
Визирование линейкой.

правление дороги до ее поворота, а также на ель. Чтобы правильно изобразить на планшете, например, направление дороги, поднимают на уровень глаз ориентированный планшет, устанавливают острие карандаша в исходную точку, придают ему вертикальное положение и проводят им линию по направлению на поворот дороги.

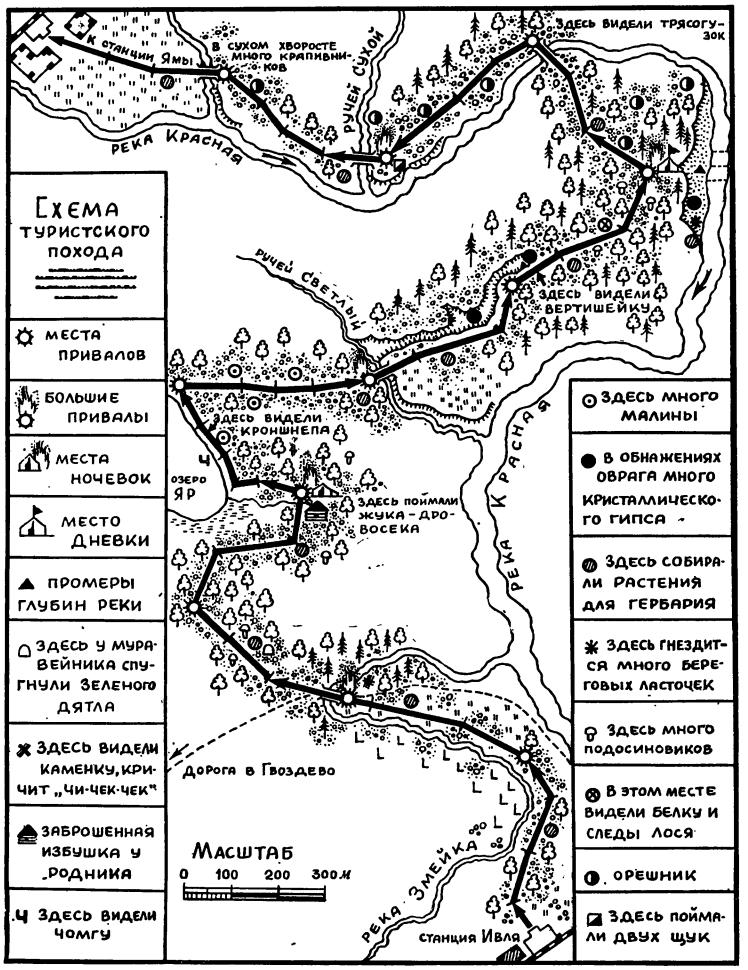
Вести карандаш надо «прицеливаясь», так, чтобы он все время прикрывал дорогу. При визировании карандашом неизбежно получается неровная линия, но общее направление она сохраняет правильно. Неровность линии позже исправляется при помощи линейки. Удобнее прочерчивать направление трехгранной линейкой, прикладывая ее скошенный край к точке и визируя по верхнему ребру. Главная трудность при визировании заключается в том, что одновременно с визированием приходится следить за ориентированностью планшета (конец стрелки компаса все время должен совпадать с буквой С, т. е. быть обращенным на север). Поэтому значительно удобнее производить съемку вдвоем: один следит за правильным положением планшета, а другой визирует. При работе же в одиночку желательно добиваться устойчивости планшета. Для этой цели служит тренога. Если есть тренога, то визируют не карандашом, а визирной линейкой. Этим достигается бóльшая точность съемки.

Прочертив направление дороги до ее поворота и направление на видимый ориентир, надписывают его: «На ель». Затем направляются к повороту дороги. Во время движения считают пары шагов, чтобы узнать расстояние от исходной точки до поворота дороги. Если идти небольшим шагом, то два шага равняются примерно метру. При необходимости соблюдать большую точность надо знать среднюю величину своего шага, так как длина шага не у всех людей одинакова. Для определения средней величины шага проходят, отсчитывая шаги, 2—3 раза по заранее измеренному расстоянию в 100 *м*. Предположим, оказалось: при первом подсчете — 172, при втором — 164 и при третьем — 159 шагов, т. е. в среднем расстояние в 100 *м* покрывается 165 шагами. Значит, один шаг равняется приблизительно 60 *см*.

У поворота дороги надо остановиться. Предположим, что пройденное расстояние оказалось равным 120 *м*. Пользуясь масштабом, по изображенному на планшете направлению дороги



Глазомерная съемка площади. Слева — маршрут, по которому шли туристы; в центре — страничка из путевого дневника; И. Т.— исходная точка; Т. С. 1— первая точка стояния; справа — топографический план, вычерченный по путевым запискам.



Отчетная схематическая карта туристского похода.

откладывают от исходной точки 120 *м*. Таким образом, на планшете определяется место поворота дороги. Полученную точку надписывают: «Т. С. 1» (точка стояния 1).

Из этой точки стояния можно проверить правильность прочерченного направления дороги. Для этого тщательно ориентируют планшет и визируют назад на исходную точку (дом). Если положение визирной линейки совпадает с прочерченной линией, то направление дороги изображено правильно. Такое визирование носит название обратного визирования.

Затем, не меняя установленного положения планшета, осматривают местность. Предположим, что дорога дальше направляется к деревянному мосту через небольшую реку; ориентир — ель, видная с исходной точки,— виден и отсюда, но показался еще новый ориентир — сараи, стоящие в стороне от дороги. Начинают визировать на ориентир, который был виден из исходной точки. На планшете прочерчивают направление: новая линия пересечется с прежде начерченной. Точка пересечения линий определит местоположение предмета на планшете. Так, пересечение направлений на ель, прочерченных из И. Т. и Т. С. 1, определяет положение ели на чертеже. В полученной точке пересечения линий вычерчивается соответствующий топографический условный знак. Такой способ занесения в чертеж какого-либо предмета на местности называется прямой засечкой. Отсюда же, из Т. С. 1, визируют дальнейшее направление дороги к мосту — через реку и на сараи. Затем, отсчитывая шаги, направляются к мосту — это Т. С. 2. В ней работа производится в том же порядке: на планшете отмечается Т. С. 2, условным знаком обозначается деревянный мост и протекающая под ним река; засечкой определяют положение сараев; визируют и прочерчивают направления на вновь открывающиеся ориентиры. Закончив работу в Т. С. 2, следуют по дороге в Т. С. 3, затем в Т. С. 4 и так далее, до конца снимаемого участка.

В результате работы на планшете получится изображение дороги с расположенными по ее сторонам ориентирами — различными местными предметами (группа деревьев, фабрика, ель, сараи, мост через реку). Для завершения съемки план надо пополнить деталями местности, которые наносятся уже на глаз. Топографическими условными знаками изображаются кустарники, огороды, сады, болота, ручьи, канавы (см. стр. 40—41) — словом, все то, что располагается между ориентирами.

Такого рода топографическая съемка позволяет создать план глазомерной съемки, дающий представление о снятой местности. Может случиться, что намеченный к съемке участок настолько широк, что с дороги весь его не увидишь. Тогда надо снять полосу вдоль дороги, а затем направиться к отмеченным на планшете ориентирам и от них уже приемом засечек пополнить чертеж. Бывает, что на снимаемом участке нет дороги, тогда идут по тропинке или без дороги от одного ориентира к другому.

СПРАВОЧНЫЙ ОТДЕЛ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ

ЗЕМЛЯ КАК ПЛАНЕТА

Земля — третья планета от Солнца	
Наибольшее расстояние от Земли до Солнца (афелий, около 5 июля)	152 000 000 *км*
Наименьшее расстояние от Земли до Солнца (перигелий, около 3 января)	147 000 000 *км*
Среднее расстояние от Земли до Солнца (приближенно)	149 500 000 *км*
Время прохождения света от Солнца до Земли	8 мин. 18 сек.
Видимый угловой диаметр Солнца	32′
Период обращения Земли вокруг Солнца (год)	365 дней 5 час. 48 мин. и 46 сек.
Длина земной орбиты	939 120 000 *км*
Средняя скорость движения Земли по орбите	29,76 *км/сек*
Наклон земной оси к плоскости эклиптики (плоскости орбиты)	66°33′19″
Время полного оборота Земли вокруг своей оси	23 час. 56 мин. 4,1 сек.
Скорость точки экватора вследствие суточного вращения Земли	465 *м/сек*
Среднее расстояние от Земли до Луны	384 000 *км*
Видимый угловой диаметр Луны	{ 29′24″ 33′40″

РАЗМЕРЫ ЗЕМНОГО ШАРА (ЭЛЛИПСОИДА)
(по Ф. Н. Красовскому и А. А. Изотову)

Большая полуось (экваториальный радиус)	6378 *км*
Малая полуось (полярный радиус)	6357 *км*
Средний радиус Земли, принимаемой за шар	6371 *км*
Длина экватора	40 076 *км*
Длина меридиана	40 008 *км*
Поверхность Земли	510 млн. $км^2$
Поверхность Мирового океана	361 млн. $км^2$ (70,8%)
Поверхность суши	149 млн. $км^2$ (29,2%)
Объем Земли	1 083 320 млн. $км^3$
Масса Земли	$5{,}975 \times 10^{24}$, из которых около 7% приходится на воду
Средняя плотность Земли	5,52 $г/см^3$

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ
(в % по весу, по А. П. Виноградову, 1950 г.)

Элементы	%
Кислород	46,8
Кремний	27,3
Алюминий	8,7
Железо	5,1
Кальций	3,6
Натрий	2,6
Калий	2,6
Магний	2,1
Прочие	1,2
Всего	100,0

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕМНОГО ШАРА
(в % по весу, по Б. Ю. Левину, 1955 г.)

Элементы	%
Железо	25,6
Кислород	34,6
Кремний	17,8
Магний	13,9
Никель	1,4
Кальций	1,6
Сера	2,0
Алюминий	1,4
Прочие	1,7
Всего	100,0

ПОЛУДЕННАЯ ВЫСОТА ЦЕНТРА СОЛНЦА НАД ГОРИЗОНТОМ НА РАЗНЫХ ШИРОТАХ В ДНИ РАВНОДЕНСТВИЙ И СОЛНЦЕСТОЯНИЙ (*в градусах*)

Широта в градусах	21.III— весеннее равноденствие	22.VI— летнее солнцестояние	23.IX— осеннее равноденствие	22.XII— зимнее солнцестояние
90 —Сев. полюс	0	23,5	0	—23,5[1]
85	5	28,5	5	—18,5
80	10	33,5	10	—13,5
75	15	38,5	15	—8,5
70	20	43,5	20	—3,5
68	22	45,5	22	—1,5
66,5 — сев. полярный круг	23,5	47,0	23,5	0,0
64	26	49,5	26	2,5
62	28	51,5	28	4,5
60	30	53,5	30	6,5
58	32	55,5	32	8,5
56	34	57,5	34	10,5
54	36	59,5	36	12,5
52	38	61,5	38	14,5
50	40	63,5	40	16,5
48	42	65,5	42	18,5
46	44	67,5	44	20,5
44	46	69,5	46	22,5
42	48	71,5	48	24,5
40	50	73,5	50	26,5
38	52	75,5	52	28,5
36	54	77,5	54	30,5
30	60	83,5	60	36,5
25	65	88,5	65	41,5
23,5 — сев. тропик	66,5	90,0	66,5	43,0
20	70	86,5	70	46,5
15	75	81,5	75	51,5
10	80	76,5	80	56,5
5	85	71,5	85	61,5
0 — экватор	90	66,5	90	66,5

[1] Минус означает, что Солнце стоит ниже горизонта.

ОКЕАНЫ

Название	Площадь в млн. км²	% к площади всей земли	% к площади всей воды	Глубина в м средняя	Глубина в м распространенная	Глубина в м наибольшая
Тихий	179,7	35,2	49,8	4028	3500—6000	11 022 — Марианская впадина
Атлантический	93,4	18,3	25,9	3926	3400—5300	8385 — впадина Пуэрто-Рико
Индийский	74,9	14,7	20,7	3897	2000—4500	7450 — Яванская впадина
Сев. Ледовитый	13,0	2,6	3,6	1205	1000—4000	4975 — центральная часть океана
Итого	361,0	70,8	100,0	3794	—	11 022 — Марианская впадина

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ДНЯ НА РАЗНЫХ ШИРОТАХ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ

Широта в градусах	Самый длинный день (лето)	Самый короткий день (зима)
0 — экватор	12 ч.	12 ч.
10	12 ч. 35 м.	11 ч. 25 м.
20	13 ч. 13 м.	10 ч. 47 м.
30	13 ч. 56 м.	10 ч. 04 м.
40	14 ч. 51 м.	9 ч. 09 м.
50	16 ч. 09 м.	7 ч. 51 м.
60	18 ч. 30 м.	5 ч. 30 м.
66,5	24 ч.	0 ч.

ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ

Широта в градусах	Солнце не заходит	Солнце не восходит
66,5	1 сутки	1 сутки
70	64 »	64 »
80	133 »	127 »
90	186 »	179 »

САМЫЕ ЖАРКИЕ МЕСТА НА ЗЕМЛЕ

Калифорния, Сахара, Аравия, Иран, Средняя Азия. В Долине Смерти (США, Калифорния) 10 июля 1913 г. температура была 56°,7, а в Триполи (Северная Африка) 13 сентября 1922 г. было 58°

САМЫЕ ХОЛОДНЫЕ МЕСТА НА ЗЕМЛЕ

Гренландия, Северо-Восток Азии и Антарктида. Средняя температура января в Верхоянске —50°,5. В 1892 г. здесь был мороз 69°,8. В 1933 г. в Оймяконе мороз достигал 72°, а в 1958 г. в Антарктиде — 88°,3

ОКЕАНИЧЕСКИЕ ВПАДИНЫ

Название	Наибольшая глубина в *м*	Где находится
	Тихий океан	
Марианская	11 022	У Марианских о-вов
Тонга	10 882	У о-вов Тонга
Курило-Камчатская	10 542	От о-ва Хоккайдо до Камчатки
Филиппинская	10 497	У вост. побережья Филиппинских о-вов
Японская	9 985	К ю.-в. от Японии
Кермадек	10 882	У о-вов Кермадек
Бугенвиль	9 140	Между Соломоновыми о-вами и о-вом Новая Гвинея
Алеутская	7 822	У Алеутских о-вов
Атакамская	8 066	У зап. побережья Южн. Америки
Гватемальская	6 662	У зап. побережья Центр. Америки
	Атлантический океан	
Пуэрто-Рико	8 385	У о-ва Пуэрто-Рико (Б. Антильские о-ва)
Южно-Сандвичева	8 264	У Южн. Сандвичевых о-вов, к вост. от Огненной Земли
Романш	7 728	В центре Атлантического океана на экваторе
	Индийский океан	
Яванская	7 450	У о-ва Ява

МОРЯ И КРУПНЫЕ ЗАЛИВЫ

Название	Площадь в тыс. *км²*	Наибольшая глубина в *м*
	Тихий океан	
Коралловое	4791	9140
Южно-Китайское	3447	5245
Берингово	2304	4097
Охотское	1590	3372
Арафурское	1037	3652
Японское	978	3652
Восточно-Китайское	752	2270
Банда	695	7440
Тиморское	615	3276
Яванское	480	89
Целебесское	435	5520
Желтое	417	106
Калифорнийский залив	177	3127
	Атлантический океан	
Карибское	2754	7680
Средиземное	2505	5421
Норвежское	1383	3860
Гренландское	1205	4846
Северное	544	433
Черное	423	2938
Балтийское	386	459
Ирландское	210	272
Азовское	38	14
Мраморное	11	1355
Мексиканский залив	1543	4023
Гудзонов залив	819	301
Бискайский залив	194	5120
	Индийский океан	
Аравийское	3683	5875
Андаманское	602	4198
Красное	450	2635
Бенгальский залив	2172	4206
Персидский залив	241	104
	Северный Ледовитый океан	
Баренцево	1405	600
Восточно-Сибирское	901	155
Карское	883	620
Лаптевых	650	2980
Чукотское	582	160
Бофорта	746	4683
Белое	90	330

Части света	Площадь в млн. км²	Координаты крайних точек материков	Высота в м	
			наибольшая	наименьшая
Азия	44	Сев. — м.[1] Челюскин 77° 44′ с. ш. 104° 18′ в. д. Южн. — м. Пиай 1° 17′ с. ш. 103° 30′ в. д. Зап. — м. Баба 39° 27′ с. ш. 26° 03′ в. д. Вост. — м. Дежнева 66° 05′ с. ш. 169° 40′ з. д.	8848 — г. Джомолунгма (Китай, Непал)	—392[2] уровень Мертвого моря (Израиль, Иордания)
Сев. Америка	24	Сев. — м. Мёрчисон 71° 59′ с. ш. 94° 26′ з. д. Южн. — м. Марьято 7° 12′ с. ш. 80° 53′ з. д. Зап. — м. Принца Уэльского 65° 37′ с. ш. 168° 05′ з. д. Вост. — м. Чарльз 52° 13′ с. ш. 55° 39′ з. д.	6194 — г. Мак-Кинли (США)	—85 Долина Смерти (США)
Южная Америка	18	Сев. — м. Гальинас 12° 28′ с. ш. 71° 40′ з. д. Южн. — м. Фроуэрд 53° 54′ ю. ш. 71° 18′ з. д. Зап. — м. Париньяс 4° 41′ ю. ш. 81° 20′ з. д. Вост.— м. Кабу-Бранку 7° 09′ ю. ш. 34° 46′ з. д.	7035 — г. Аконкагуа (Аргентина, Чили)	—35 уровень оз. Салинас-Чикас (Аргентина)
Африка	30	Сев. — м. Кап-Блан 37° 20′ с. ш. 9° 50′ в. д. Южн. — м. Игольный 34° 51′ ю. ш. 20°02′ в. д. Зап. — м. Зеленый 14° 45′ с. ш. 17° 33′ з. д. Вост. — м. Рас-Хафун 10°27′ с. ш. 51° 24′ в. д.	5895 — г. Килиманджаро (Кения, Танганьика)	—150 уровень оз. Ассаль (Фр. Сомали)
Европа	10	Сев. — м. Нордкин 71° 11′ с. ш. 27° 40′ в. д. Южн. — м. Марроки 36° 00′ с. ш. 5° 36′ з. д. Зап. — м. Рока 38° 47′ с. ш. 9° 31′ з. д. Вост. — Полярный Урал 67° 15′ с. ш. 67° 20′ в. д.	5633 — г. Эльбрус (СССР)	—28 уровень Каспийского моря (СССР)
Австралия и Океания	9	Сев. — м. Йорк 10° 41′ ю. ш. 142° 31′ в. д. Южн. — м. Юго-Восточный 39° 08′ ю. ш. 146° 25′ в. д. Зап. — м. Стип-Пойнт 26° 10′ ю. ш. 113° 09′ в. д. Вост. — м. Байрон 28° 38′ ю. ш. 153° 39′ в. д.	2234 — г. Косцюшко (Австралийский Союз)	—12 уровень оз. Эйр (Австралийский Союз)
Антарктида	14	Сев. — сев. оконечность п-ва Тринити (Земля Грейама) 63° 07′ ю. ш. 57° 10′ з. д. Противоположная точка — сев. мыс Земли Уилкса 65° 38′ ю. ш. 113° 30′ в. д.	6110 — безымянная (Земля Мэри Бёрд)	

[1] м. — мыс
[2] Минус означает ниже уровня океана

Название	Наименьшая ширина в *км*	Моря, соединенные проливом
Баб-эль-Мандебский	17	Красное море и Аденский залив Индийского океана. Отделяет п-ов Аравия от Африки
Бассов	224	Тасманово море Тихого океана и Индийский океан. Между о-вом Тасмания и Австралией
Берингов	35	Берингово море Тихого океана и Чукотское море Северного Ледовитого океана. Отделяет Азию от Америки
Большой Бельт	15	Балтийское и Северное моря
Босфор	0,6	Черное и Мраморное моря. Отделяет Европу от Азии
Вилькицкого	56	Море Лаптевых и Карское море. Отделяет Северную Землю от материка Азия
Гибралтарский	14	Атлантический океан и Средиземное море. Отделяет Европу от Африки
Гудзонов	100	Гудзонов залив и Атлантический океан
Дарданеллы	1,3—7,5	Мраморное и Эгейское моря. Отделяет Европу от Азии
Датский	260	Гренландское море с Северным Ледовитым океаном. Отделяет о-в Исландия от о-ва Гренландия
Дрейка	900—950	Тихий и Атлантический океаны. Отделяют Антарктиду от Южн. Америки
Зондский	30	Яванское море Тихого океана и Индийский океан. Между о-вом Ява и о-вом Суматра
Карские ворота	49	Баренцево и Карское моря. Отделяет о-в Вайгач от о-вов Новая Земля
Каттегат	60	Один из проливов, соединяющих Балтийское и Северное моря
Керченский	4	Черное и Азовское моря. Отделяет Крымский п-ов от п-ова Тамань
Корейский	180	Восточно-Китайское и Японское моря. Отделяет Японские о-ва от материка Азия
Кука	25	Тасманово море и Тихий океан. Между Северн. и Южн. о-вами Новая Зеландия
Ла-Манш	32	Северное море с Атлантическим океаном. Отделяет о-в Великобритания от материка Европа
Лаперуза	42	Охотское и Японское моря. Между о-вами Сахалин и Хоккайдо
Магелланов	4	Атлантический и Тихий океаны. Отделяет Огненную Землю от Южн. Америки
Малаккский	40	Андаманское море Индийского океана и Южно-Китайское море Тихого океана. Отделяет о-в Суматра от п-ова Малакка
Малый Бельт	0,6	Балтийское и Северное моря
Маточкин Шар	55	Баренцево и Карское моря. Между Сев. и Южн. о-вами Новая Земля
Мессинский	3,5	Тирренское и Ионическое моря. Отделяет о-в Сицилия от Апеннинского п-ова
Мозамбикский	400	Отделяет о-в Мадагаскар от материка Африка
Ормузский	56	Персидский и Оманский заливы
Отранто	75	Ионическое и Адриатическое моря. Отделяет Апеннинский п-ов от Балканского п-ова
Па-де-Кале	33	Северное море и Атлантический океан. Отделяет о-в Великобритания от материка Европа
Сингапурский	4	Тихий океан (Южно-Китайское море) с Индийским океаном
Скагеррак	110	Балтийское и Северное моря. Отделяет Скандинавский п-ов от п-ова Ютландия
Тайваньский	130	Восточно-Китайское и Южно-Китайское моря. Разделяет о-в Тайвань от материка Азия
Татарский (Невельского)	7,4	Охотское и Японское моря. Отделяет о-в Сахалин от материка Азия
Торресов	150	Коралловое и Арафурское моря. Отделяет о-в Новая Гвинея от Австралии
Флоридский	80	Мексиканский залив и Атлантический океан. Отделяет о-в Куба от п-ова Флорида
Цугару (Сангарский)	18	Японское море и Тихий океан. Разделяет о-ва Хонсю и Хоккайдо
Эресунн (Зунд)	3,7	Балтийское и Северное моря
Югорский Шар	2,8	Баренцево и Карское моря. Отделяет о-в Вайгач от материка Европа

Название	Скорость в *км* в сутки	Теплое или холодное	Где протекает
		Атлантический океан	
Северное пассатное	20—45	Теплое	К с. от экватора, от Африки к Антильским о-вам
Антильское	24—36	»	Продолжение Северного пассатного, вдоль Антильских и Багамских о-вов
Флоридское	130	»	Из Мексиканского залива через Флоридский пролив в Атлантический океан
Гольфстрим	72—144	»	Продолжение Флоридского: от берегов Флориды на с.-в. до Б. Ньюфаундлендской банки
Северо-Атлантическое	5,5—25	»	Продолжение Гольфстрима на с.-в. к с.-з. Европы
Лабрадорское	24—48	Холодное	Вдоль с.-в. берега Сев. Америки
Южное пассатное	20—65	Теплое	К ю. от экватора, от Африки к Южн. Америке
Бразильское	24—48	»	Вдоль ю.-в. берега Южн. Америки
Фолклендское	24—48	Холодное	От мыса Горн на с.-в.
Бенгельское	24—48	»	Вдоль ю.-з. берега Африки
		Тихий океан	
Южное пассатное	40—185	Теплое	Вдоль экватора от о-вов Галапагос к Новой Гвинее
Восточно-Австралийское	90—50	»	Продолжение Южного пассатного; вдоль вост. берега Австралии на ю. и ю.-в.
Перуанское (Гумбольдта)	25	Холодное	Вдоль ю.-з. берега Южн. Америки к экватору
Северное пассатное	20—45	Теплое	К с. от экватора; от Америки к Филиппинским о-вам
Куро-Сио	на ю. до 144, на с. 24—48	»	Продолжение Северного пассатного: от Филиппинских о-вов вдоль Японии
Камчатское	20—25	Холодное	С с. на ю. вдоль вост. берегов Камчатки
Курильское	20—25	»	Продолжение Камчатского, с с. на ю. вдоль Курильских о-вов
Калифорнийское	24—48	»	С с. на ю. вдоль с.-з. берега Сев. Америки
		Индийский океан	
Западно-Австралийское	20—30	Холодное	С ю. на с. вдоль зап. берега Австралии к экватору
Южное пассатное	до 60	Теплое	Южнее экватора; от Австралии к Мадагаскару
Мадагаскарское	48—72	»	Вдоль Мадагаскара на ю.-з.
Мозамбикское	70—90	»	Между Мадагаскаром и Африкой, с с. на ю.
Игольное	60—90	»	Вдоль ю.-в. берега Африки

ПОЛУОСТРОВА

Название	Площадь в тыс. км²	Часть света	Название	Площадь в тыс. км²	Часть света	Название	Площадь в тыс. км²	Часть света
Аравийский	3000	Азия	Балканский	500	Европа	Калифорния	144	Сев. Америка
Индокитай	2000	»	Таймыр	400	Азия	Ямал	133	Азия
Индостан	2000	»	Камчатка	350	»	Флорида	115	Сев. Америка
Лабрадор	1400	Сев. Америка	Кейп-Йорк	300	Австралия	Кольский	100	Европа
Скандинавский	800	Европа	Корея	220	Азия	Ютландия	40	»
Пиренейский	582	»	Юкатан	175	Америка	Крымский	26	»
Малая Азия	506	Азия	Апеннинский	149	Европа	Канин	11	»

ОСТРОВА

Название	Площадь в тыс. км²	Часть света	Государственная принадлежность
Гренландия	2176	Сев. Америка	Дания
Новая Гвинея	785	Австралия	Австралийский Союз и Индонезия
Калимантан (Борнео)	734	Азия	Индонезия и Великобритания
Мадагаскар	590	Африка	Мальгашская Республика
Баффинова Земля	512	Сев. Америка	Канада
Суматра	434	Азия	Индонезия
Великобритания	230	Европа	Великобритания
Хонсю	226	Азия	Япония
Виктория	215	Сев. Америка	Канада
Земля Элсмира	200	» »	»
Сулавеси (Целебес)	179	Азия	Индонезия
Новая Зеландия (Южный остров)	150	Океания	Новая Зеландия
Ява	126	Азия	Индонезия
Новая Зеландия (Северный остров)	115	Океания	Новая Зеландия
Куба	114,5	Сев. Америка	Куба
Ньюфаундленд	110,7	» »	Канада
Лусон	106	Азия	Филиппины
Исландия	103	Европа	Исландия
Минданао	96	Азия	Филиппины
Ирландия	84	Европа	Ирландия и Великобритания
Новая Земля	82,6	»	СССР
Хоккайдо	78	Азия	Япония
Гаити	77	Сев. Америка	Гаити и Доминиканская Республика
Сахалин	76,4	Азия	СССР
Огненная Земля	48,7	Южн. Америка	Аргентина, Чили
Тасмания	68	Австралия	Австралийский Союз
Банкс	66,5	Сев. Америка	Канада
Цейлон	66	Азия	Цейлон
Шпицберген	62	Европа	Норвегия
Девон	56	Сев. Америка	Канада
Тайвань	36	Азия	Китайская Народная Республика
Кюсю	36	»	Япония
Хайнань	34	»	Китайская Народная Республика
Тимор	34	»	Индонезия, Португалия
Ванкувер	32,1	Сев. Америка	Канада
Сицилия	25	Европа	Италия
Сардиния	24	»	»
Сикоку	18	Азия	Япония
Земля Франца-Иосифа	16,5	Европа	СССР
Новая Каледония	16	Океания	Франция
Ямайка	11,4	Центр. Америка	Великобритания
Кипр	9,3	Азия	Кипр
Пуэрто-Рико	8,9	Центр. Америка	США
Корсика	8,7	Европа	Франция
Крит	8,2	»	Греция
Врангеля	7,3	Азия	СССР
Колгуев	5,2	Европа	»
Вайгач	3,3	»	»

ВАЖНЕЙШИЕ РЕКИ НА ЗЕМЛЕ

Название	Местонахождение	Куда впадает	Длина в *км*	Площадь бассейна в тыс. *км*^{2}	Среднегодовой сток воды в *км*^{3}
Амазонка с Укаяли	Южн. Америка	Атлантический океан	6480	7050	120 000
Конго с Луалабой	Африка	» »	4640	3690	40 000
Янцзы	Азия	Восточно-Китайское море	5530	1726	22 000
Миссисипи с Миссури	Сев. Америка	Мексиканский залив	6230	3248	19 000
Замбези	Африка	Мозамбикский пролив	2660	1330	19 000
Енисей с Бей-Хемом	Азия	Карское море	4000	2600	17 400
Лена	»	Море Лаптевых	4320	2418	15 500
Парана	Южн. Америка	Атлантический океан	4700	3104	14 880
Ориноко	» »	» »	2730	944	14 000
Макензи	Сев. Америка	Море Бофорта	1700	1760	14 000
Иравади	Азия	Андаманское море	2000	410	13 000
Обь с Иртышом	»	Карское море	5570	2930	12 530
Меконг	»	Южно-Китайское море	4500	810	12 000
Нигер	Африка	Гвинейский залив	4160	2092	12 000
Амур с Шилкой и Ононом	Азия	Охотское море	4350	1843	11 250
Уругвай	Южн. Америка	Атлантический океан	1510	327	10 500
Волга	Европа	Каспийское море	3690	1380	8 500
Сан-Франсиску	Южн. Америка	Атлантический океан	2900	700	8 500
Брахмапутра	Азия	Бенгальский залив	2960	670	8 000
Ганг	»	» »	2700	1060	7 700
Дунай	Европа	Черное море	2850	816	6 430
Юкон	Сев. Америка	Берингово море	3180	855	5 900
Колумбия	» »	Тихий океан	1950	772	5 570
Колыма	Азия	Восточно-Сибирское море	2150	644	5 000
Инд	»	Аравийское море	3180	960	4 600
Св. Лаврентия	Сев. Америка	Залив Св. Лаврентия	3130	802	4 400
Печора	Европа	Баренцево море	1814	327	4 100
Колорадо	Сев. Америка	Калифорнийский залив	2190	590	3 800
Северная Двина	Европа	Белое море	1300	360	3 500
Хатанга	Азия	Море Лаптевых	1430	346	3 200
Оранжевая	Африка	Атлантический океан	1860	1020	2 900
Нил с Кагерой	»	Средиземное море	6450	2800	2 600
Нева	Европа	Балтийское »	74	282	2 600
Рейн	»	Северное »	1330	224	2 500
Сенегал	Африка	Атлантический океан	1430	441	2 000
Рона	Европа	Средиземное море	812	99	1 780
Днепр	»	Черное море	2280	503	1 670
Хуанхэ	Азия	Желтое »	4840	745	1 500
По	Европа	Адриатическое море	652	70	1 500
Индигирка	Азия	Восточно-Сибирское море	1790	360	1 480
Анадырь	»	Берингово море	1117	150	1 400
Аму-Дарья	»	Аральское »	2600	465	1 330
Висла	Европа	Балтийское »	1070	174	1 140
Оленек	Азия	Море Лаптевых	2162	246	1 100
Яна	»	» »	1070	245	1 100
Дон	Европа	Азовское море	1950	422	950
Луара	»	Бискайский залив	1020	121	935
Сыр-Дарья	Азия	Аральское море	2982	462	730
Неман	Европа	Балтийское море	854	101	690
Западная Двина	»	» »	1020	84	680
Кура	Азия	Каспийское »	1510	188	580
Одра	Европа	Балтийское »	861	119	504
Эльба	»	Северное »	1112	144	450
Риони	»	Черное »	312	13	400
Урал	»	Каспийское »	2530	220	360
Кубань	»	Азовское »	906	58	360
Тахо	»	Атлантический океан	910	81	360
Терек	»	Каспийское море	591	44	350
Днестр	»	Черное »	1410	72	330
Муррей с Дарлингом	Австралия	Индийский океан	3490	1072	270
Сена	Европа	Пролив Ла-Манш	776	79	250
Темза	»	Северное море	338	15	до 150

Название	Площадь в тыс. км²	Высота над уровнем моря в м	Наибольшая глубина в м	Местонахождение
Каспийское море	371,8	—28	980	Европа, Азия, СССР, Иран
Верхнее	82,4	183	393	Сев. Америка, США, Канада
Виктория	69,4	1134	80	Африка
Аральское море	65,5	53	68	Азия, СССР
Гурон	59,6	177	228	Сев. Америка, США, Канада
Мичиган	58,0	177	281	Сев. Америка, США
Танганьика	32,9	773	1435	Африка
Большое Медвежье	31,1	119	137	Сев. Америка, Канада
Ньяса	30,8	472	706	Африка
Байкал	30,5	455	1741	Азия, СССР
Большое Невольничье	30,3	150	140	Сев. Америка, Канада
Эри	25,7	174	64	Сев. Америка, Канада
Виннипег	23,5	217	19	Сев. Америка, США, Канада
Онтарио	19,5	75	237	Сев. Америка, США, Канада
Ладожское	17,7	4	225	Европа, СССР
Балхаш	17,4	339	26	Азия, СССР
Маракаибо	16,3	0	250	Южн. Америка, Венесуэла
Чад	11,0	240	4	Африка
Онежское	9,6	33	110	Европа, СССР
Рудольф	8,6	375	73	Африка
Титикака	8,3	3812	304	Южн. Америка, Перу, Боливия
Эйр	8,2	—12	—	Австралия
Никарагуа	8,0	33	70	Центр. Америка, Никарагуа
Атабаска	7,9	212	60	Сев. Америка, Канада
Гэрднер	7,7	112	—	Австралия
Иссык-Куль	6,1	1609	702	Азия, СССР
Торренс	5,8	34	—	Австралия
Венерн	5,6	44	89	Европа, Швеция
Альберт	5,3	619	48	Африка
Бангвеоло	4,9	1140	4	»
Мверу	4,9	931	12	»
Резайе	4,7	1275	15	Азия, Иран
Манитоба	4,7	248	7	Сев. Америка, Канада
Большое Соленое	4,7	1282	16	» » США
Ханка	4,4	69	10	Азия, СССР, Китай
Кукунор	4,2	3205	38	Азия, Китай
Таймыр	4,1	6	26	» СССР
Ван	3,8	1662	25	» Турция
Дунтинху	3,7	11	—	» Китай
Тайху	3,6	17	—	» »
Чудское с Псковским	3,6	30	14	Европа, СССР
Эдуард	3,5	912	—	Африка
Хубсугул	3,4	1624	238	Азия, Монголия
Тана	3,1	1830	14	Африка, Эфиопия
Чаны	2,6	105	10	Азия, СССР
Ильмень	2,1	19	5	Европа »
Веттерн	1,9	88	119	» Швеция
Зайсан	1,8	386	8	Азия, СССР
Сайма	1,8	76	58	Европа, Финляндия
Севан	1,4	1914	99	Европа, СССР
Меларен	1,1	0	64	» Швеция
Мертвое море	1,0	—392	356	Азия, Израиль, Иордания
Бива	0,7	86	95	Азия, Япония
Балатон	0,6	105	4	Европа, Венгрия
Женевское	0,6	376	309	» Швейцария, Франция
Боденское	0,5	395	252	» Швейцария, ФРГ
Гарда	0,4	65	346	» Италия
Телецкое	0,2	436	325	Азия, СССР

КРУПНЕЙШИЕ ВОДОПАДЫ

Название	Высота падения в *м*	Местонахождение
Анхель	1054	Южн. Америка, Венесуэла, р. Чурун (бас. р. Ориноко)
Бьельвефосс	866	Европа, Норвегия, р. Бьельвефосс
Тугела	853	Африка, Южно-Африканская Республика, р. Тугела
Сатерленд	580	Новая Зеландия (о. Южный), р. Артур
Рораима	457	Южн. Америка, Брит. Гвиана, р. Потаро
Аппер-Йосемите	435	Сев. Америка, США, р. Йосемите
Гаварни	422	Европа, Франция, р. Гав-де-Гаварни
Таккакао	366	Сев. Америка, Канада, р. Колумбия
Штауббах	298	Европа, Швейцария, р. Вейсе-Лючине
Талли	280	Австралия, р. Талли
Герсоппа	252	Азия, Индия, р. Ширавати (приток р. Кавери)
Кайетеур	225	Южн. Америка, Брит. Гвиана, р. Потаро
Каламбо	216	Африка, Федерация Родезии и Ньясаленда, р. Каламбо
Фэри	213	Сев. Америка, США, нац. парк Маунт-Рейнир
Брайдл-Вейл	189	Сев. Америка, США, р. Мерсед
Ле-Марморе	165	Европа, Италия, р. Велино
Тиволи	160	Европа, Италия, р. Аниене
Ауграбис	146	Африка, Южно-Африканская Республика, р. Оранжевая
Рьюканфос	145	Европа, Норвегия, р. Моне-Эльв
Илья Муромец	141	Азия, СССР, о-в Итуруп
Текендамский	137	Южн. Америка, Колумбия, р. Богота
Руакана	124	Африка, Ангола, р. Кунене
Сети-Кедас (Гуайра)	114	Южн. Америка, граница Бразилии и Парагвая, р. Парана
Виктория	108	Африка, Федерация Родезии и Ньясаленда, р. Замбези
Девяти драконов	100	Азия, Корея, р. Куренчхён
Виргиния	96	Сев. Америка, Канада, р. Южн. Наханни
Лоуэр-Фолс	93	Сев. Америка, США, р. Йеллоустон
Кавери	91	Азия, Индия, р. Кавери
Гранд-Фолс	90	Сев. Америка, Канада, р. Гамильтон
Гаштейн	85	Европа, Австрия, р. Гаштейнер-Ахе
Монморанси	83	Сев. Америка, Канада, р. Монморанси
Паулу-Афонсу	82	Южн. Америка, Бразилия, р. Сан-Франсиску
Харспронгет	75	Европа, Швеция, р. Луле-Эльв
Игуасу	72	Южн. Америка, граница Бразилии и Аргентины, р. Игуасу
Шошони	59	Сев. Америка, США, р. Снейк
Ниагарский	51	Сев. Америка, США, Канада, р. Ниагара
Гудльфосс	50	Европа, Исландия, р. Хвитау
Мёрчисон	50	Африка, Уганда, р. Виктория-Нил
Стэнли	40	Африка, Конго, р. Конго
Трольхёттан	33	Европа, Швеция, р. Гёта-Эльв
Россыпной	30	Азия, СССР, р. Россыпная (Алтай)
Чапомский	25	Европа, СССР, р. Чапома (Мурманская обл.)
Коп	21	Азия, Лаос, р. Меконг
Шафхаузен	20	Европа, Швейцария, р. Рейн
Уковский	16	Азия, СССР, р. Ук (Иркутская обл.)
Цейский	15	Европа, СССР, р. Цея (Сев.-Осетинская АССР)
Кивач	11	Европа, СССР, р. Суна
Нарвский	7	» » » Нарва (Ленинградская обл.)

Название	Протяжение в *км*	Наибольшая высота в *м*	Название вершины	Местонахождение
Европа				
Альпы	1200	4810	Монблан	Франция, Швейцария, Италия,
		4638	Дюфур	Австрия, Германия
		4481	Маттерхорн	Граница Швейцарии и Италии
Андалузские горы	500	3482	Муласен	Испания
Пиренеи	450	3404	Пик-де-Ането	Испания, Франция
Апеннины	1500	2914	Корно	Италия
Динарские горы	650	2522	Дурмитор	Югославия, Албания
Скандинавские горы	ок. 1500	2468	Гальхёпигген	Норвегия, Швеция
Балканы	600	2376	Ботев	Болгария
Уральские горы	2100	1894	Народная	СССР
Центр. Французский массив	—	1886	Мон-Дор	Франция
Крымские горы	150	1545	Роман-Кош	СССР
Пеннины	200	893	Кросс-Фелл	Великобритания
Азия				
Гималаи	св. 2400	8848	Джомолунгма (Эверест)	Система Гималаев
		8585	Конченджанга	»
		8172	Дхаулагири	Непал
		8126	Нанга-Парбат	Индия
Каракорум	400	8611	Чогори	Система Каракорум
Куньлунь	3850	7723	Улугмузтаг	Китай
Гиндукуш	1000	7690	Тирич-Мир	Афганистан, Индия, Пакистан
Сино-Тибетские горы	900	7590	Гунгашань	Китай
Памир	—	7495	Пик Коммунизма	СССР
		7134	Пик Ленина	»
Тянь-Шань	ок. 2500	7439	Пик Победы	»
Трансгималаи	1200	7088	Ньенчен-Тангла	Китай
Эльбурс	650	5604	Демавенд	Иран
Большой Кавказ	1500	5633	Эльбрус	СССР
		5198	Дых-Тау	»
		5047	Казбек	»
Алтай	—	4506	Белуха	»
Монгольский Алтай	1500	4356	Табын-Богдо-Ола	Монгольская Народная Республика
Малый Кавказ	—	3722	Гямыш	СССР
Саяны	—	3492	Мунку-Сардык	»
Хребет Черского	1000	3147	Победа	»
Зап. Гаты	св. 1200	2695	Анаймуди	Индия
Вост. Гаты	св. 1000	1680	Деводи-Мунда	»
Африка				
Массив Килиманджаро	—	5895	Килиманджаро	Танганьика, Кения
Атлас	2300	4165	Джебель-Тубкаль	Алжир, Тунис, Марокко
Драконовы горы	1200	3657	Каткин-Пик	Южно-Африканская Республика
Сев. Америка				
Кордильеры (с Андами)	15 000	6193	Мак-Кинли	США, Канада, Мексика
Скалистые горы	4300	4399	Элберт	Канада, США
		4386	Бланко-Пик	США
Сьерра-Невада	750	4418	Уитни	»
Каскадные горы	900	4391	Рейнир	»
Аппалачи	2100	2036	Митчелл	»
Южн. Америка				
Анды	9000	7035	Аконкагуа	Южн. Америка
		7014	Ильямпу	» »
Австралия				
Австралийские Альпы	300	2234	Косцюшко	Австралийский Союз
Большой Водораздельный хребет	2000	1611	Бартл-Фрир	» »

ПЛОСКОГОРЬЯ, НАГОРЬЯ, ПЛАТО

Название	Средняя высота в *м*	Наибольшая высота в *м*	Название вершины	Местонахождение
Европа				
Месета	600—800	—	—	Испания
Шотландское нагорье	—	1343	Бен-Невис	Великобритания
Чешско-Моравское плато	400—600	—	—	Чехословакия
Баварское плоскогорье	300—600	—	—	ФРГ
Азия				
Тибет	4000—5000	—	—	Китай
Иранское нагорье	500—2000	—	—	Иран, Афганистан, Пакистан
Малоазиатское нагорье	1000—1500	—	—	Турция
Армянское нагорье	1500	5156	Б. Арарат	СССР, Турция, Иран
Декан	300—800	—	—	Индия
Средне-Сибирское плоскогорье	400—700	—	—	СССР
Африка				
Абиссинское нагорье	2500—3000	4620	Рас-Дашан	Эфиопия
Сев. Америка				
Большой Бассейн	900—1500	—	—	США
Мексиканское плоскогорье	1500—2500	—	—	Мексика
Южн. Америка				
Боливийское нагорье	3700—3900	—	—	Боливия
Бразильское нагорье	600—800	2890	Бандейра	Бразилия

ВАЖНЕЙШИЕ ГОРНЫЕ ВЕРШИНЫ

Название вершины (вулкана)	Высота над уровнем моря в *м*	Местонахождение	
		Горная система, хребет, массив, остров	Страна, область
Джомолунгма (Эверест)	8848	Гималаи	Система Гималаев
Чогори	8611	Каракорум	Центр. часть Каракорум
Конченджанга	8585	Гималаи	Система Гималаев
Дхаулагири	8172	»	Непал
Нанга-Парбат	8126	»	Индия
Кутанг	8126	»	Непал
Нанда-Деви	7816	»	Индия
Камет	7756	»	Система Гималаев
Улугмузтаг	7723	Куньлунь	Китай
Шапка Мономаха	7720	»	»
Конгур	7719	»	»
Тирич-Мир	7690	Гиндукуш	Пакистан
Гунгашань	7590	Сино-Тибетские горы	Китай
Кулагангри	7554	Гималаи	»
Музтагата	7546	Куньлунь	»
Пик Коммунизма	7495	Памир, хребет Академии Наук	СССР
Пик Победы	7439	Тянь-Шань, хребет Кокшаал-Тау	»
Музтаг	7282	Куньлунь	Китай
Пик Ленина	7134	Памир, Заалайский хребет	СССР
Ньенчен-Тангла	7088	Трансгималаи	Китай
Аконкагуа	7035	Анды, хребет Западная Кордильера	Аргентина
Ильямпу	7014	» » Восточная »	Боливия
Пик Хан-Тенгри	6995	Тянь-Шань	СССР
Пик Революции	6974	Памир, Язгулемский хребет	»
Охос-дель-Саладо	6885	Анды, Западная Кордильера	Аргентина
Вулкан Тупунгато	6800	» » »	Граница Чили и Аргентины

Название вершины (вулкана)	Высота над уровнем моря в *м*	Местонахождение	
		Горная система, хребет, массив, остров	Страна, область
Сахама	6780	Анды, Западная Кордильера	Боливия
Уаскаран	6768	» » »	Перу
Пик Карла Маркса	6726	Памир	СССР
Вулкан Льюльяйльяко	6723	Анды, Западная Кордильера	Граница Чили и Аргентины
Коропуна	6613	» » »	Перу
Чимборасо	6272	» » »	Эквадор
Мак-Кинли	6194	Кордильеры, Аляскинский хребет	США, Аляска
Безымянная	6100	—	Антарктида
Вулкан Уальятири	6060	Анды, Западная Кордильера	Чили
Логан	6050	Кордильеры, хребет Св. Ильи	Канада
Вулкан Котопахи	5896	Анды, Западная Кордильера	Эквадор
Килиманджаро	5895	Массив Килиманджаро	Танганьика
Вулкан Мисти	5842	Анды, Западная Кордильера	Перу
Кристобаль-Колон	5774	Сьерра-Невада-де-Санта-Марта	Колумбия
Вулкан Орисаба	5700	Мексиканское нагорье	Мексика
Эльбрус	5633	Большой Кавказ, Боковой хребет	СССР
Демавенд	5604	Эльбурс	Иран
Святого Ильи	5488	Кордильеры, хребет Св. Ильи	Граница Канады и Аляски (США)
Вулкан Попокатепетль	5452	Мексиканское нагорье	Мексика
Сангай	5410	Анды, Восточная Кордильера	Эквадор
Майпу	5323	» Западная Кордильера	Граница Чили и Аргентины
Убинас	5300	» » »	Перу
Вулкан Толима	5215	» Центральная Кордильера	Колумбия
Шхара	5201	Большой Кавказ, Главный хребет	СССР
Кения	5199	—	Кения
Дых-Тау	5198	Большой Кавказ, Боковой хребет	СССР
Большой Арарат	5156	Армянское нагорье	Турция
Рувензори	5119	Массив Рувензори	Уганда
Казбек	5047	Большой Кавказ, Боковой хребет	СССР
Карстенс-Топпен	5030	Снежные горы	О-в Новая Гвинея, Индонезия
Пик Боливар	5002	Кордильера-де-Мерида	Венесуэла
Монблан	4810	Альпы	Граница Франции и Италии
Вулкан Ключевская сопка	4750	Камчатка, Восточный хребет	СССР
Ушба	4710	Большой Кавказ, Главный хребет	»
Дюфур	4638	Альпы	Граница Швейцарии и Италии
Рас-Дашан	4620	Абиссинское нагорье	Эфиопия
Зердкух	4547	Горы Загрос	Иран
Белуха	4506	Алтай, Катунский хребет	СССР
Маттерхорн	4481	Альпы	Граница Швейцарии и Италии
Уитни	4418	Хребет Сьерра-Невада	США
Элберт	4399	Скалистые горы	»
Шаста	4316	Каскадные горы	»
Мауна-Кеа	4214	О-в Гавайи	»
Вулкан Тахумулько	4211	Кордильеры	Гватемала
» Мауна-Лоа	4168	О-в Гавайи	США
Джебель-Тубкаль	4165	Атласские горы	Марокко
Кинабану	4101	О-в Борнео	Брит. Сев. Борнео
Арагац (Алагёз)	4095	Армянское нагорье	СССР
Вулкан Камерун	4070	Массив Камерун	Камерун
» Эребус	4023	О-в Росса	Антарктида
» Фудзияма	3776	О-в Хонсю	Япония
Кука	3764	Южные Альпы	Новая Зеландия
Гунбьёрн	3700	Земля Кнуда Расмуссена	Гренландия (Дат.)
Вулкан Семеру	3676	О-в Ява	Индонезия
Каткин-Пик	3657	Драконовы горы	Южн.-Афр. Республика

Название вершины (вулкана)	Высота над уровнем моря в *м*	Местонахождение	
		Горная система, хребет, массив, остров	Страна, область
Мунку-Сардык	3491	Восточный Саян	СССР
Муласен	3482	Сьерра-Невада	Испания
Вулкан Корякская сопка	3456	Камчатка	СССР
Эми-Кусси	3415	Нагорье Тибести	Чад
Пик-де-Ането	3404	Пиренеи	Испания
Вулкан Этна	3263	О-в Сицилия	Италия
Победа	3147	Хребет Черского	СССР
Олимп	2917	Горы Пиерия	Греция
Корно	2914	Апеннины	Италия
Бандейра	2890	—	Бразилия
Царатанана	2880	О-в Мадагаскар	Мальгашская Республика
Вулкан Шишалдина	2856	О-в Унимак, Алеутские о-ва	США
Рораима	2771	Гвианское нагорье	Граница Бразилии, Брит. Гвианы и Венесуэлы
Южный полюс	2765	Антарктида	—
Черлаховка	2663	Карпаты	Чехословакия
Дурмитор	2522	Динарские горы	Югославия
Гальхёпигген	2468	Скандинавские горы	Норвегия
Парнас	2457	Горы Пинд	Греция
Ботев	2376	Центральные Балканы	Болгария
Алаид	2339	Курильские о-ва	СССР
Косцюшко	2334	Австралийские Альпы	Австралия
Вулкан Хваннадальсхнукур	2119	Массив Эрайва-Ёкуль	Исландия
Тардоки-Яни	2078	Сихотэ-Алинь	СССР
Говерла	2061	Карпаты	»
Митчелл	2036	Аппалачи	США
Пик Туркино	2000	Сьерра-Маэстра	Куба
Роман-Кош	1545	Крымские горы	СССР
Бен-Невис	1343	Шотландское нагорье	Великобритания

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВУЛКАНОВ

(по данным 1947—1951 гг.)

Области распространения вулканов	Количество вулканов		Всего	Области распространения вулканов	Количество вулканов		Всего
	наземных	подводных			наземных	подводных	
Камчатка	22	—	22	Гавайские о-ва	4	—	4
Курильские о-ва	34	4	38	Антарктида	1	—	1
Японские »	49	9	58	Малая Азия	2	—	2
Филиппинские »	12	—	12	Средиземное море	10	7	17
О-в Новая Гвинея	10	—	10	Африка	12	—	12
Новая Зеландия	5	—	5	Яванская дуга	93	2	95
Южн. Америка	30	1	31	Исландия	22	4	26
Центр. Америка	36	—	36	Азорские о-ва	7	2	9
Сев. Америка	18	—	18	Малые Антильские о-ва	6	2	8
Алеутские о-ва	17	—	17				

НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ ВУЛКАНЫ

Название	Высота в *м*	Последние извержения (годы)	Местонахождение
Европа			
Этна	3263	1928, 1950	О-в Сицилия (Италия)
Гекла	1447	1783, 1845, 1947—1948	Исландия
Везувий	1270	1906, 1944	Апеннинский п-ов (Италия)
Стромболи	926	Постоянно	О-в Стромболи (Италия)
Санторин	На уровне моря	1928, 1940	О-в Санторин (Греция)
Азия			
Ключевская сопка	4750	1937, 1944—1945	Камчатка (СССР)
Фудзияма	3776	1707	О-в Хонсю (Япония)
Авачинская сопка	2751	1945	Камчатка (СССР)
Кракатау	813	1883, 1927—1928	О-в Кракатау (Индонезия)
Африка			
Камерун	4070	1909, 1922	Камерун
Южн. Америка			
Котопахи	5896	1904	Эквадор
Сев. и Центр. Америка			
Попокатепетль	5452	—	Мексика
Мон-Пеле	1350	1902	О-в Мартиника
Океания			
Килауэа	1934	Ежегодно	О-в Гавайи

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ МИРА

(на 1 января 1964 г.)

Местонахождение городов	Города с населением свыше 1 млн. чел.		Города с населением от 500 тыс. до 1 млн. чел.		Города с населением от 100 тыс. до 500 тыс. чел.		Итого	
	Количество городов	Население в млн. чел.	Количество городов	Население в млн. чел.	Количество городов	Население в млн. чел.	Количество городов с населением свыше 100 тыс. чел.	Население в млн. чел.
СССР	8	16,6	20	13,9	150	29,7	179	60,2
Европа	28	55,3	36	25,0	236	44,8	300	125,1
Азия	43	97,0	33	22,5	367	68,0	443	187
Африка	3	6,1	6	4,5	48	9,5	57	20,1
Сев. Америка	24	65,9	22	15,3	147	33,3	193	114,5
Центр. Америка	2	6,0	3	2,0	29	5,0	35	13,0
Южн. Америка	7	19,6	10	5,8	31	6,3	48	31,7
Австралия и Океания	2	4,1	2	1,2	7	2,3	11	7,6
Итого	117	270,6	132	90,2	1015	198,9	1266	559,2

НАРОДЫ ЗЕМНОГО ШАРА [1]

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
I. Народы индоевропейской семьи		
Народы славянской группы		
Восточные славяне:		
Русские	125 млн.	РСФСР и другие союзные республики
Украинцы	40 »	УССР, РСФСР, Казахская ССР
Белорусы	8,5 »	БССР, РСФСР
Западные славяне:		
Поляки	35 »	Польша; часть — в США
Чехи	10 »	Чехословакия
Словаки	5 »	Чехословакия
Южные славяне:		
Сербы, Хорваты, Словенцы, Черногорцы, Боснийцы, Македонцы	18 »	Югославия
Болгары	7,5 »	Болгария
Народы летто-литовской группы		
Литовцы	3 млн.	Литовская ССР
Латыши	1,5 »	Латвийская ССР
Народы германской группы		
Европейские народы:		
Немцы	85 млн.	Германская Демократическая Республика, Федеративная Республика Германии; часть—в США, Канаде, СССР и в других странах
Австрийцы	8 »	Австрия; часть — в США
Германо-швейцарцы	4 »	Швейцария
Голландцы	12 »	Нидерланды
Фламандцы	5,5 »	Бельгия
Шведы	9 »	Швеция; часть — в США, Финляндии и в других странах
Норвежцы	4,5 »	Норвегия; часть — в США, Канаде
Исландцы	0,2 »	Исландия
Датчане	5 »	Дания; часть — в США, Канаде
Англичане	48 »	Англия (южн. часть Великобритании); часть — в Южно-Африканской Республике, США, Канаде
Шотландцы	6 млн.	Шотландия; часть — в США, Канаде и в других странах
Народы, образовавшиеся вне Европы после переселения многих европейцев в Америку и другие части света:		
Американцы (в состав американского народа входят негры США — около 19 млн. человек — потомки рабов, вывезенных из Африки; говорят по-английски)	150 »	США
Англо-канадцы	8 »	Канада; часть — в США
Англо-австралийцы	9 »	Австралия
Англо-новозеландцы	2 »	Новая Зеландия
Африканеры (буры)	3,5 »	Южно-Африканская Республика
Эльзасцы, фризы, ямайцы и другие малые народы Европы, Америки, Африки и Азии	7 »	
Народы кельтской группы		
Ирландцы	6 млн.	Ирландия, США
Уэльсцы (валлийцы)	1 »	Уэльс (зап. часть Великобритании)
Бретонцы	1 »	Бретань (на сев.-зап. Франции)
Народы романской группы		
Европейские народы:		
Итальянцы	60 млн.	Италия; часть — в США, Аргентине, Франции и других странах
Французы	43 »	Франция
Валлоны	4 »	Бельгия
Франко-швейцарцы	1 »	Швейцария
Испанцы	24 »	Испания
Каталонцы	5,5 »	»
Галисийцы	3 »	»
Португальцы	10,5 »	Португалия
Румыны	17 »	Румыния

[1] Примечание. В основу таблицы положены данные книги «Численность и расселение народов мира». М., Изд-во Акад. наук СССР, 1962. Цифры пересчитаны с округлением.

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
Молдаване	2,5 млн.	Молдавская ССР
Корсиканцы, ретороманцы и другие малые народы Европы	1 »	Франция, Швейцария
Американские народы, образовавшиеся после переселения многих европейцев в Америку:		
Мексиканцы	34 »	Мексика
Кубинцы	7 »	Куба
Аргентинцы	18 »	Аргентина
Чилийцы	7,5 »	Чили
Уругвайцы	3 »	Уругвай
Перуанцы[1]	5 »	Перу
Боливийцы[1]	1,5 »	Боливия
Эквадорцы[1]	2 »	Эквадор
Колумбийцы	14,5 »	Колумбия
Венесуэльцы	7,5 »	Венесуэла
Бразильцы	72 »	Бразилия
Франко-канадцы	6,5 »	Канада
Гаитийцы	4,5 »	Гаити
Гватемальцы[1], гондурасцы, никарагуанцы, костариканцы, сальвадорцы, панамцы, доминиканцы, пуэрториканцы и другие народы Америки	17 »	Страны Центр. Америки и Антильских о-вов
Греки		
Греки	10 млн.	Греция; часть — на Кипре, в США и в других странах
Албанцы		
Албанцы	2,7 млн.	Албания
Народы иранской группы		
Персы	10 млн.	Иран
Курды	6,5 »	Турция, Иран, Ирак
Таджики	4,5 »	Афганистан, Таджикская ССР
Хазарейцы-бербери	1,3 »	Афганистан
Афганцы (пуштуны)	15 »	Афганистан, Западный Пакистан
Белуджи	1,8 »	Западный Пакистан, Иран, Афганистан
Луры, бахтиары, гилянцы, мазендеранцы и другие малые народы	6,5 »	СССР, Иран и другие страны
Народы индийской (индоарийской) группы		
Бенгальцы	90 млн.	Индия и Восточный Пакистан
Ория	16,5 »	Индия
Хиндустанцы и бихарцы	170 »	»
Раджастханцы	18 »	»
Пенджабцы и народы лахнда	45 »	Индия и Западный Пакистан
Гуджаратцы	22 »	Индия
Синдхи	7 »	Западный Пакистан
Маратхи	37 »	Индия
Сингалы	7 »	Цейлон
Кашмирцы, ассамцы, бхилы и другие небольшие народы	20 »	Индия
Армяне		
Армяне	4 млн.	Армянская ССР
Евреи Европы и Америки		
Евреи Европы и Америки (говорят на разных языках индоевропейской семьи — английском, русском, идиш, испанском)	10,5 млн.	США, СССР, Великобритания, Франция, Аргентина и другие страны
II. Народы кавказской семьи		
Грузины	3 млн.	Грузинская ССР
Кабардинцы, черкесы и другие народы адыго-абхазской группы	600 тыс.	СССР
Чеченцы и другие народы нахской группы	580 »	»
Аварцы, лезгины и другие народы дагестанской группы	850 »	»
III. Баски		
Баски	1 млн.	Испания, Франция
IV. Народы семито-хамитской семьи		
Народы семитской группы		
Арабские народы	85 млн.	Объединенная Арабская Республика, Алжир, Тунис, Марокко, Ливия, Судан, Иордания, Сирия, Ирак, Саудовская Аравия, Йемен и другие страны
Евреи Израиля	2 »	Израиль

[1] Испаноязычная (неиндейская) часть населения страны.

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
Амхара, тигре, тиграи, гураге	15 млн.	Эфиопия
Народы кушитской группы		
Галла, сомали, данакиль и др.	12 млн.	Эфиопия, Сомали
Народы берберской группы		
Кабилы, рифы, туареги и др.	6 млн.	Марокко, Алжир
V. Народы хауса		
Народы хауса	12 млн.	Нигерия, Нигер
VI. Народы банту		
Зулусы, коса, макуа, балуба, баконго и др.	73 млн.	Южно-Африканская Республика, Кения, Танганьика, Уганда, Конго, Ангола, Мозамбик и другие страны
VII. Народы бантоидных групп		
Тив, моси, груси, фульбе, волоф и др.	27 млн.	Сенегал, Гвинея, Верхняя Вольта, Мали, Нигерия и другие страны
VIII. Сонгаи		
Сонгаи	950 тыс.	Нигер, Мали
IX. Народы семьи манде		
Мандинго, сусу и др.	8 млн.	Мали, Гвинея, Берег Слоновой Кости, Либерия, Сьерра-Леоне и другие страны
X. Гвинейские народы		
Кру, акан (ашанти и др.), эве, йоруба, ибо и др.	26 млн.	Гана, Берег Слоновой Кости, Нигерия
XI. Народы Центрального и Восточного Судана		
Азанде, багирми, фор и др.	7 млн.	Центральноафриканская Республика, Конго, Чад, Судан, Камерун
XII. Народы нилотской семьи		
Нубийцы, динка, масаи, луо и др.	8,5 млн.	Судан, Уганда, Танганьика и другие страны

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
XIII. Народы канури		
Канури, тубу	2,5 млн.	Нигерия, Нигер
XIV. Койсанские народы		
Бушмены, готтентоты	170 тыс.	Юго-Западная Африка, Бечуаналенд
XV. Народы уральской семьи		
Народы финской группы		
Финны	4,7 млн.	Финляндия
Карелы	180 тыс.	Карельская АССР РСФСР
Эстонцы	1 млн.	Эстонская ССР
Мордва	1,3 »	Мордовская АССР РСФСР
Саамы (лопари)	35 тыс.	Норвегия, Швеция, Мурманская обл. РСФСР
Коми и коми-пермяки	0,5 млн.	Коми АССР РСФСР, Коми-Пермяцкий нац. округ Пермской обл. РСФСР
Удмурты и марийцы	1,2 »	Удмуртская АССР и Марийская АССР РСФСР
Народы угорской группы		
Венгры (мадьяры)	13,5 млн.	Венгрия; часть — в Румынии, США
Ханты и манси	30 тыс.	Ханты-Мансийский нац. округ Тюменской обл. РСФСР
Народы самодийской группы		
Ненцы, нганасаны, селькупы	30 тыс.	Ненецкий нац. округ Архангельской обл., Таймырский нац. округ Красноярского края РСФСР
XVI. Народы алтайской семьи		
Народы тюркской группы		
Татары	5,5 млн.	Татарская АССР РСФСР
Башкиры	1 »	Башкирская АССР РСФСР
Чуваши	1,6 »	Чувашская АССР РСФСР
Казахи	5 »	Казахская ССР
Киргизы	1,2 »	Киргизская ССР
Узбеки	8 »	Узбекская ССР

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
Каракалпаки	180 тыс.	Каракалпакская АССР Узбекской ССР
Уйгуры	4,6 млн.	Китай; часть—в СССР
Туркмены	2 »	Туркменская ССР
Азербайджанцы	6,6 »	Иран, Азербайджанская ССР
Турки	26 »	Турция
Алтайцы, шорцы, хакасы, тувинцы	250 тыс.	Тувинская АССР, Хакасская авт. обл., Горно-Алтайская авт. область РСФСР
Якуты	250 »	Якутская АССР РСФСР
Кашкайцы, афшары, кумыки и другие малые народы	1,5 млн.	СССР, Иран, Турция
Народы монгольской группы		
Халха-монголы	800 тыс.	Монгольская Народная Республика
Монголы Китая	1,8 млн.	Китайская Народная Республика
Калмыки, буряты и др.	800 тыс.	Бурятская АССР, Усть-Ордынский Бурятский нац. округ Иркутской обл., Агинский Бурятский нац. округ Читинской обл. РСФСР, Калмыцкая АССР РСФСР, Китайская Народная Республика
Народы тунгусо-маньчжурской группы		
Эвенки (тунгусы)	35 тыс.	Эвенкийский нац. округ Красноярского края РСФСР
Эвены, орочоны, удэгейцы и др.	30 »	СССР, Китайская Народная Республика
Маньчжуры	3 млн.	Китайская Народная Республика
XVII. Корейцы	40 »	Корейская Народно-Демократическая Республика, Южная Корея
XVIII. Японцы	97 »	Япония
XIX. Кеты	1 тыс.	Красноярский край РСФСР

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
XX. Народы китайско-тибетской семьи		
Народы китайской группы		
Китайцы	700 млн.	Китайская Народная Республика; часть—в Таиланде, Малайской Федерации, Индонезии и других странах Юго-Восточной Азии; часть — в разных странах Азии, Европы и Америки
Дунгане	4,5 »	Китайская Народная Республика; часть — в СССР
Народы группы тай-чжуан		
Сиамцы	14 млн.	Таиланд
Лао	8 »	Таиланд, Лаос
Чжуаны	8,7 »	Китайская Народная Республика
Шань	1,5 »	Бирма
Буи, дун и др.	5,3 »	Китай
Народы группы мяо-яо		
Мяо и яо	4,7 млн.	Китайская Народная Республика; часть—во Вьетнаме
Народы тибето-бирманской группы		
Тибетцы, ладакхи, шерпа и др.	4,5 млн.	Китайская Народная Республика, Индия, Непал
Невары, магары, гурунги и др.	2,6 »	Непал, Индия
Ицзу, хани, лису и др.	7 »	Китайская Народная Республика
Бирманцы	16,5 »	Бирма
Куки-чины, нага, карены, гаро и др.	3 »	Индия, Бирма
Вьетнамцы		
Вьетнамцы	28 млн.	Вьетнам
XXI. Мон-кхмерская семья		
Кхмеры	5,5 млн.	Камбоджа; часть — во Вьетнаме, Таиланде
Моны, ва, кхаси и др.	2 »	Бирма, Китай, Индия
XXII. Семья мунда		
Санталы	3,5 млн.	Индия
Мунда, хо и др.	2,5 »	»

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
XXIII. Дравидская семья		
Телугу	41 млн.	Индия
Тамилы	36 »	Индия, Цейлон
Малаяли	17 »	Индия
Каннара	18 »	»
Гонды, ораоны и др.	6 »	»
XXIV. Народы малайско-полинезийской (австронезийской) семьи		
Народы индонезийской группы		
Яванцы	45 млн.	Индонезия
Сунды	13,5 »	»
Мадурцы	6,5 »	»
Батаки, минангкабау, палембангцы, аче, буги и др.	32 »	»
Малайцы Малайи	4,3 »	Малайская Федерация
Тагалы	5,7 »	Филиппины
Висайя	13 »	»
Илоки, биколы, пангасинаны и др.	12 »	»
Мальгаши	5,5 »	Мальгашская Республика
Народы полинезийской группы		
Маори, гавайцы, таитяне, самоанцы и др.	600 тыс.	Новая Зеландия, Французская Полинезия, Гавайи (США) и другие страны
Народы меланезийской и микронезийской групп		
Фиджийцы и др.	950 тыс.	Новая Гвинея, Фиджи и другие страны
XXV. Папуасские и северохальмахерские народы		
Папуасские народы	2,3 млн.	Индонезия (Зап. Ириан), Новая Гвинея
Северохальмахерские народы	200 тыс.	Индонезия
XXVI. Австралийские аборигены		
Австралийские аборигены	40 тыс.	Австралия

Народы	Приблизительная численность	Где в основном живут
XXVII. Палеоазиатские народы		
Коряки	7 тыс.	Корякский нац. округ Камчатской обл. РСФСР
Чукчи	12 »	Чукотский нац. округ Магаданской обл. РСФСР
Нивхи	4 »	Хабаровский край РСФСР
Ительмены (камчадалы)	1 »	Камчатская обл. РСФСР
XXVIII. Народы эскимосско-алеутской семьи		
Эскимосы	70 тыс.	Гренландия, Канада, США; часть — в СССР
Алеуты	5 »	США; часть — в СССР
XXIX. Индейские народы		
Парагвайцы (гуарани)[1]	2 млн.	Парагвай
Кечуа	9 »	Перу, Боливия, Эквадор
Аймара	1,3 »	Боливия, Перу
Майя, киче, кекчи и родственные народы	2,6 »	Мексика, Гватемала
Ацтеки и родственные народы	1 »	Мексика; часть — в США
Миштеки, сапотеки, отоми и родственные народы	1 »	Мексика
Разные индейские народы Мексики	3 »	»
Атапаски (навахи, апачи и др.), алгонкины (оджибве, кри и др.), хока-сиу (дакоты, ирокезы, семинолы и др.) и другие индейские народы США и Канады	660 тыс.	США, Канада
Аравакские, карибские и другие племена индейцев Южн. и Центр. Америки	2 млн.	Бразилия, Венесуэла, Колумбия, Боливия, Перу, Чили и др.

[1] Парагвайцы — народ смешанного происхождения, говорящий на индейском языке гуарани и одновременно — на испанском; часто его относят к романской группе индоевропейской семьи языков.

Следует иметь в виду, что люди, относящиеся к тому или иному народу, живут не только в своей стране; есть страны, где живет два или несколько крупных народов. Этим объясняется, что численность народа почти никогда не совпадает точно с численностью населения основной страны его обитания. В таблице отмечены только те случаи, когда за границей живет очень много представителей данного народа.

КРУПНЕЙШИЕ ГОРОДА МИРА

Название города	Число жителей в тыс. чел.		Год переписи или оценки	Страна
	с пригородами	в черте города		
Нью-Йорк	14 759	7782	1960	США
Токио	10 419	8302	1963	Япония
Лондон	8 172	3195	1961	Англия
Париж	7 369	2812	1962	Франция
Шанхай	7 100	—	1957	Китай
Буэнос-Айрес	6 763	3876	1960	Аргентина
Лос-Анжелес	6 743	2479	1960	США
Москва	6 388	6335	1964	СССР
Чикаго	6 221	3550	1960	США
Калькутта	5 501	2926	1961	Индия
Пекин	5 420	4010	1957	Китай
Мехико	4 829	3223	1960	Мексика
Филадельфия	4 343	2002	1960	США
Бомбей	4 146	—	1961	Индия
Сан-Паулу	3 850	3165	1960	Бразилия
Детройт	3 762	1670	1960	США
Ленинград	3 607	—	1964	СССР
Каир	3 346	3299	1961	ОАР
Джакарта	3 317	2973	1961	Индонезия
Рио-де-Жанейро	3 307	3223	1960	Бразилия
Берлин	—	1072	1962	ГДР
» Зап.	—	2174	»	Имеет особый статус
Тяньцзинь	3 220	—	1957	Китай
Осака	—	3158	1963	Япония
Манила	3 006	1146	1960	Филиппины
Сан-Франциско—Окленд	2 783	742	1960	США
Бостон	2 589	697	1960	»
Сеул	2 445	—	1960	Южн. Корея
Манчестер	2 442	660	1962	Англия
Шеньян (Мукден)	2 411	—	1957	Китай
Питтсбург	2 406	604	1961	США
Бирмингем	2 377	1110	1962	Англия
Дели (включая Нью-Дели)		2344	1961	Индия
Бангкок	2 318	—	1962	Таиланд
Мадрид	—	2296	1960	Испания
Сидней	2 183	171	1961	Австралия
Рим	2 161	—	1962	Италия
Ухань	2 146	—	1957	Китай

Название города	Число жителей в тыс. чел.		Год переписи или оценки	Страна
	с пригородами	в черте города		
Чунцин	2121	—	1957	Китай
Монреаль	2109	1191	1962	Канада
Сан-Луис	2060	750	1960	США
Вашингтон	2002	764	1960	»
Карачи	1916	1675	1961	Пакистан
Мельбурн	1912	76	1961	Австралия
Афины	1853	635	1961	Греция
Будапешт	—	1844	1961	Венгрия
Гамбург	—	1848	1962	Германия
Гуанчжоу (Кантон)	1841	—	1957	Китай
Тегеран	—	1839	1960	Иран
Торонто	1824	672	1961	Канада
Кливленд	1796	876	1960	США
Балтимор	1727	939	1960	»
Мадрас	—	1725	1961	Индия
Сингапур	1720	1079	1962	Английская колония
Лидс-Брадфорд	1717	512	1962	Англия
Нагоя	1703	—	1963	Япония
Сант-Яго	1700	839	1959	Чили
Вена	—	1627	1961	Австрия
Милан	—	1558	1961	Италия
Барселона	1558	—	1960	Испания
Харбин	1552	—	1957	Китай
Иокогама	—	1532	1963	Япония
Александрия	1525	1490	1962	ОАР
Люйшунь (Порт-Артур)	1508	—	1957	Китай
Миннеаполис	1482	483	1960	США
Истанбул	—	1460	1960	Турция
Нанкин	1419	—	1957	Китай
Ливерпуль	1391	746	1962	Англия
Сайгон (вместе с г. Шолон)	—	1383	1959	Южный Вьетнам
Каракас	1372	800	1961	Венесуэла
Копенгаген	1364	924	1962	Дания
Бухарест	1349	1229	1961	Румыния
Богота	1329	1064	1962	Колумбия
Сурабая	1319	—	1961	Индонезия
Киото	—	1313	1963	Япония
Сиань	—	1310	1960	Китай

Продолжение

Название города	Число жителей в тыс. чел.		Год переписи или оценки	Страна
	с пригородами	в черте города		
Буффало	1307	533	1960	США
Лахор	—	1297	1961	Пакистан
Киев	—	1292	1964	СССР
Анкара	1291	656	1960	Турция
Бангалор	1275	1065	1961	Индия
Лима	—	1262	1960	Перу
Хайдарабад	1252	960	1961	Индия
Гавана	1192	785	—	Куба
Стокгольм	1180	807	1961	Швеция
Варшава	—	1190	1962	Польша
Неаполь	—	1180	1961	Италия
Кобе	—	1169	1963	Япония
Пусан	—	1163	1961	Сев. Корея
Ахмедабад	—	1150	1961	Индия
Лиссабон	1130	835	1956	Португалия
Циндао	1121	—	1957	Китай
Баку	1116	—	1964	СССР
Сиэтль	1107	557	1961	США
Чэнду	1107	—	1957	Китай

Название города	Число жителей в тыс. чел.		Год переписи или оценки	Страна
	с пригородами	в черте города		
Иоханнесбург	1096	580	1960	Южн.-Афр. Республика
Багдад	1085	—	1957	Ирак
Даллас	1084	680	1960	США
Горький	—	1066	1964	СССР
Ташкент	—	1061	1964	СССР
Харьков	—	1048	1964	СССР
Глазго	—	1056	1961	Шотландия
Бандунг	1046	975	1961	Индонезия
Канзас-Сити	1039	475	1961	США
Сан-Диего	1033	573	1961	»
Тайюань	1020	—	1957	Китай
Турин	—	1019	1961	Италия
Амстердам	1017	866	1961	Нидерланды
Брюссель	1014	—	1960	Бельгия
Новосибирск	—	1013	1964	СССР
Прага	—	1005	1961	Чехословакия
Куйбышев	—	928	1964	СССР
Свердловск	—	897	1964	»

КАК УЗНАТЬ, КАКОЙ ЭТО МИНЕРАЛ

Минералы отличаются определенным химическим составом и внешними физическими признаками. К ним относятся: блеск, твердость, цвет, характер излома и др. Определить минерал по внешним признакам — дело нетрудное, но оно требует внимания и аккуратности. Определение химического состава минерала — более сложная задача.

Прочитав эту главу, вы ознакомитесь с приемами определения наиболее распространенных и имеющих большое значение в народном хозяйстве минералов.

Цветные таблицы минералов также помогут вам узнать название минерала, который попал вам в руки.

При определении минералов по внешнему виду нужно сперва обратить внимание на общие для всех минералов признаки, а затем уже рассматривать особенности, отличающие их друг от друга.

В первую очередь обратите внимание на блеск минерала.

Большинство минералов благодаря отражению своими поверхностями лучей света блестит, и лишь некоторые из них — матовые — лишены блеска. Последние напоминают землистые массы. Пример: боксит.

По блеску минералы легко делятся на две основные группы: минералы с *металлическим блеском* и минералы с *неметаллическим блеском*.

I. Блеск металлический

Металлический блеск напоминает блеск поверхности свежего излома металлов. Металлический блеск лучше виден на свежей (неокисленной) поверхности минерала. Минералы с металлическим блеском непрозрачны и более тяжелы по сравнению с минералами, имеющими неметаллический блеск. Иногда вследствие процессов окисления минералы с металлическим блеском покрываются матовой коркой.

Металлический блеск характерен для минералов, являющихся рудами различных металлов. Примерами минералов, имеющих металлический блеск, могут служить золото, медный колчедан, свинцовый блеск.

II. Блеск неметаллический

1. *Стеклянный блеск* напоминает блеск поверхности стекла. Им обладают: каменная соль, горный хрусталь.

2. *Алмазный блеск* — искрящийся, напоминает стеклянный, но более сильный. Примеры: алмаз, цинковая обманка.

3. *Перламутровый блеск* подобен блеску перламутра (поверхность минерала отливает радужными цветами). Часто наблюдается, например, у кальцита, слюды.

4. *Шелковистый блеск* — мерцающий. Характерен только для минералов, имеющих волокнистое или игольчатое строение. Пример: асбест.

5. *Жирный блеск* имеет ту особенность, что поверхность минерала кажется как бы смазанной жиром. Иногда и сам минерал жирен на ощупь, как, например, тальк.

6. *Восковой блеск* подобен жирному, но более слабый. Пример: халцедон.

Блеск лучше всего наблюдать на свежем изломе минерала или на свежей поверхности граней его кристаллов.

После того как вы установите характер блеска, необходимо определить твердость минерала. Твердость минерала — это то сопротивление, которое он оказывает, когда вы царапаете его каким-нибудь другим предметом или минералом. Если испытуемый минерал мягче, чем тот предмет или минерал, которым вы царапаете по его поверхности, то на нем останется след — царапина.

Учеными составлена следующая шкала твердости минералов:

Название минерала	Твердость
Тальк	1
Гипс	2
Кальцит	3
Флюорит	4
Апатит	5
Полевой шпат	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

Большинство минералов, распространенных в земной коре, обладает твердостью, не превышающей 7.

Распознавать твердость минералов можно с помощью ногтя и осколка обыкновенного стекла.

По твердости все минералы разбиваются на четыре группы:

1. *Мягкие минералы* (ноготь оставляет царапину на минерале). Примеры: тальк, графит, гипс.

2. *Минералы средней твердости* (ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле). Примеры: кристаллический кальцит, медный колчедан, или халькопирит.

3. *Твердые минералы* (минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале). Примеры: кварц, полевые шпаты.

4. *Очень твердые минералы* (оставляют царапину не только на стекле, но и на горном хрустале). Примеры: топаз, корунд, алмаз.

Очень твердые минералы встречаются только в группе с неметаллическим блеском.

Некоторые минералы, например бурый железняк, сера, каменный уголь и др., отличаются меняющимися твердостями, поэтому они несколько раз повторяются в определителе, попадая в разные группы.

После испытания с поверхности минерала надо стереть порошок, т. е. раздробленные частицы, и убедиться, что на минерале действительно остался след, так как порошок мог образоваться из того предмета, которым царапали.

Цвет черты (или, другими словами, цвет порошка) у некоторых минералов не отличается от цвета самого минерала, но встречаются и такие минералы, цвет порошка которых резко отличается от их цвета. Например, кальцит бывает бесцветный, белый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый, бурый, черный; порошок же у кальцита всегда белый.

Порошок минерала, т. е. черту, можно получить на шероховатой, не покрытой глазурью фарфоровой пластинке. Ее называют бисквитом. Годится черепок неглазурованного фарфора или осколок фаянсовой посуды (надо только предварительно снять с него наждачной бумагой или напильником гладкий слой глазури).

Если провести по поверхности бисквита, или по шероховатому излому фарфорового осколка, мягким и средней твердости минералом, то, за небольшим исключением, появится черта; большинство твердых и очень твердых минералов черты не дает.

Если нет под рукой фарфоровой пластинки, можно, поскоблив минерал ножом, получить тонкий порошок. Для определения цвета черты этот порошок следует растереть на белой бумаге.

Цвет оказывается постоянным признаком для немногих минералов. Так, например, малахит — всегда зеленый, золото — золотисто-желтое и т. д. Для большинства минералов этот признак непостоянен. Чтобы определить цвет минерала, необходимо получить свежий излом.

У различных минералов могут быть разные изломы. Так, например, кремень отличается *раковистым* изломом, свинцовый блеск — *ступенчатым* изломом, многие минералы имеют *землистый*, *занозистый* и другие изломы. Вид излома зависит от физических свойств минерала, его кристаллического строения и твердости.

Для некоторых минералов характерна спайность, т. е. способность раскалываться или расщепляться по определенным направлениям. При этом образуются гладкие, блестящие плоскости раскола. Например, слюды характеризуются ярко выраженной спайностью. Они могут легко разделяться на тонкие гладкие листочки в одном направлении. Хорошо выраженной спайностью по трем направлениям отличается каменная соль: если расколоть обломок кристалла каменной соли, то осколки будут иметь правильную форму куба.

Плотность не является важным признаком при определении для большинства минералов, но для минералов, в состав которых входят такие тяжелые элементы, как, например, свинец, плотность имеет большое значение.

Изучение минералов по внешним признакам не требует определения плотности с большой точностью. Достаточно разделить минералы на две основные группы: легкие и тяжелые.

Для некоторых минералов отличительным признаком является магнитность. Минералы, содержащие железо, иногда обладают магнитностью, например магнитный железняк.

Для определения магнитности минералов используется магнитная стрелка, подвешенная на тонком острие, а в полевых условиях работы — стрелка компаса. Минералы, обладающие магнитными свойствами, при поднесении их к магнитной стрелке притягивают ее к себе.

Некоторые минералы, имеющие в своем составе углекислоту, под действием соляной кислоты (10-процентный раствор) выделяют в виде пузырьков углекислый газ; как говорят, минерал «вскипает». Сюда относятся: кальцит, малахит и горные породы — мел, известняк.

1 — магнитный железняк; *2* — красный железняк; *3* — бурый железняк; *4* — сидерит; *5* — пиролюзит; *6* — хромистый железняк; *7* — титанистый железняк.

1 — медный колчедан; ***2*** — боксит; ***3*** — нефелин; ***4*** — свинцовый блеск; ***5*** — цинковая обманка; ***6*** — гарниерит; ***7*** — киноварь; ***8*** — сурьмяный блеск; ***9*** — оловянный камень; ***10*** — вольфрамит; ***11*** — молибденовый блеск; ***12*** — золото; ***13*** — платина.

Существуют минералы, которые можно распознать на вкус, например каменная соль, калийные соли (сильвин, карналлит) и др.

Если появится необходимость исследовать минерал на горение или плавкость, следует отколоть от него маленький кусочек, зажать его кончиками пинцета и ввести в пламя свечи, спиртовки или газовой горелки. Некоторые минералы, как, например, янтарь, загораются даже в пламени спички.

Приступая к определению неизвестного минерала, используйте прежде всего первую часть нашего определителя, т. е. «Ключ к определителю минералов».

Первым делом вы должны установить, какой блеск имеет ваш минерал — металлический, неметаллический или лишен блеска. Установив это, вы последовательно определяете твердость минерала, цвет порошка и т. д. Полученные данные о минерале приведут вас в конце концов к определенным страницам второй части определителя, где описываются различные минералы. В «Ключе к определителю минералов» страницы эти указаны справа.

Ключ к определителю минералов

I. Блеск металлический

1. **Ноготь оставляет царапину на минерале,** стр. 425, *а*, *б*, *в*.
2. **Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле:**
   Порошок желтый, бурый, красный, стр. 426, *г*, *д*.
   Порошок серый, черный, стр. 426, *е*, *ж*, *з*, *и*.
3. **Минерал оставляет царапину на стекле:**
   Цвет желтый, бурый, стр. 426, *к*, *л*, *м*, *н*,
   Цвет темно-серый, черный, стр.426, *о*, *п*, *р*, *с*, *т*, *у*.

II. Блеск неметаллический

1. **Ноготь оставляет царапину на минерале:**
   Горит или легко плавится, стр. 426, *а* , 427, *б*, *в*, *г*.
   Не горит:
   Порошок белый или порошка не дает:
   Имеет вкус, стр. 427, *д*, *е*, *ж*, *з*.
   Вкуса не имеет, стр. 427, *и*, *к*, *л*, *м*, *н*, *о*.
   Порошок желтый, оранжевый, красный, стр. 427, *п*, 428, *р*, *с*.
   Порошок серый, черный, стр. 428, *т*.
2. **Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле:**
   Горит или легко плавится, стр. 428, *а*, *б*, *в*, *г*.
   Не горит:
   Порошок белый или порошка не дает:
   Имеет вкус, стр. 428, *д*, *е*, *ж*, *з*.
   Вкуса не имеет, стр. 428, *и*, *к*, *л*, *м*, *н*, *о*, *п*, *р*, *с*, *т*, *у*.
   Порошок желтый, бурый, красный, стр. 429, *ф*, *х*, *ц*, *ч*, *ш*.
   Порошок зеленый, стр. 429, *щ*.
   Порошок голубой, фиолетовый, стр. 429, *э*, *ю*.
   Порошок серый, черный, стр. 429, *а*, *б*, *в*.
3. **Минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале:**
   Бесцветный; цвет белый, светло-серый, стр. 429, *г*, *д*, *е*.
   Цвет желтый, бурый, розовый, красный:
   Дает порошок, стр. 429, *ж*, *з*, *и*, *к*.
   Порошка не дает, стр. 430, *л*, *м*, *н*, *о*.
   Цвет зеленый, стр. 430, *п*, *р*, *с*.
   Цвет голубой, синий, фиолетовый, стр. 430, *т*, *у*.
   Цвет темно-серый, черный:
   Дает порошок, стр. 430, *ф*, *х*, *ц*, *ч*, *ш*, *щ*, *э*, *ю*.
   Порошка не дает, стр. 430, *а*, *б*, *в*.
   Окраска минерала пестрая, многоцветная, стр. 430, *г*. *д*.
4. **Минерал оставляет царапину не только на стекле, но и на горном хрустале:**
   Бесцветный, стр. 431, *е*, *ж*.
   Цвет розовый, красный, стр. 431, *з*.
   Цвет зеленый, стр. 431, *и*.
   Цвет голубой, синий, стр. 431, *к*, *л*.

III. Минерал матовый

Горит, стр. 431, *м*, *н*.
Негорит:
Цвет белый, стр. 431, *о*, *п*.
Цвет желтый, красный, бурый, стр. 431, *р*, *с*, *т*.
Цвет зеленый, стр. 431, *у*, *ф*.
Цвет голубой, синий, стр. 431, *х*.
Цвет черный, стр. 431, *ц*.

У полевого шпата спайность по двум направлениям.

Определитель минералов

I. Блеск металлический

1. Ноготь оставляет царапину на минерале.

а) Графит (С). Цвет стально-серый или железно-черный. Растирается пальцами в черную пыль (отличие от молибденового блеска).

Практическое значение: сырье для карандашной промышленности.

б) Молибденовый блеск, или *молибденит* (MoS_2). Цвет светло-серый, свинцово-серый. Растирается пальцами в светло-серый, блестящий порошок (отличие от графита). Минерал листоватый, чешуйчатый.

Практическое значение: молибденовая руда.

в) Сурьмяный блеск, или *антимонит* (Sb_2S_3). Цвет свинцово-серый или стально-серый; иногда наблюдается налет синеватого или черного цвета. Имеет вид сплошной массы игольчатого или призматического строения, а также представляет скопление удлиненных кристаллов. Тонкий осколочек плавится в пламени свечи. Ножом легко истирается в порошок. Спутником сурьмяного блеска является киноварь (красного цвета); она часто встречается с этим минералом в виде вкрапленников.

Практическое значение: сурьмяная руда.

2. Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле.

Порошок желтый, бурый, красный:

г) Золото самородное (Au). Цвет золотисто-желтый. Порошок золотисто-желтый, металлический, блестящий.

Практическое значение: драгоценный металл.

д) Бурый железняк, или *лимонит* ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$)[1]. Цвет железно-черный, местами ржаво-бурый, охряно-желтый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый.

У галенита совершенная спайность в трех направлениях.

Порошок серый, черный:

е) Свинцовый блеск, или *галенит* (PbS); постоянная примесь Ag. Цвет свинцово-серый. Тяжелый. При ударе распадается на мелкие кубики и обнаруживает ступенчатый излом. Спутники: цинковая обманка (бурого цвета), серный колчедан (светлый латунно-желтый), медный колчедан (латунно-желтого цвета).

Практическое значение: свинцовая и серебряная руды.

ж) Медный колчедан, или *халькопирит* ($CuFeS_2$). Цвет латунно-желтый, золотистый.

Практическое значение: медная руда.

з) Титанистый железняк, или *ильменит* ($TiO_2 \cdot FeO$). Цвет железно-черный, местами темно-бурый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита). Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют.

Практическое значение: титановая руда.

и) Вольфрамит [$(Fe,Mn)WO_4$]. Цвет бурый или черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от титанистого железняка).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

3. Минерал оставляет царапину на стекле.

Цвет желтый, бурый:

к) Серный колчедан, железный колчедан, или *пирит* (FeS_2). Цвет светлый латунно-желтый (светлее, чем у медного колчедана). Порошок черный со слабым зеленоватым оттенком. Встречается в виде сплошных зернистых масс, вкраплений или отдельных кристаллов.

Практическое значение: сырье для получения серной кислоты.

л) Оловянный камень, или *касситерит* (SnO_2). Цвет бурый. Порошок светло-бурый, белый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита).

Практическое значение: оловянная руда.

м) Титанистый железняк, или *ильменит* ($TiO_2 \cdot FeO$). Цвет темно-бурый. Порошок бурый, черный. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита). Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют.

Практическое значение: титановая руда.

н) Вольфрамит [$(Fe,Mn)WO_4$]. Цвет бурый. Порошок бурый, почти черный. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня и титанистого железняка).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

Цвет темно-серый, черный:

о) Бурый железняк, или *лимонит* ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Цвет железно-черный, местами ржаво-бурый, охряно-желтый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый.

Практическое значение: железная руда.

п) Красный железняк, или *гематит* (Fe_2O_3). Цвет железно-черный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни).

Практическое значение: железная руда.

р) Магнитный железняк, или *магнетит* (Fe_3O_4). Цвет железно-черный или темно-серый. Порошок черный. Магнитный.

Практическое значение: железная руда.

с) Хромистый железняк, или *хромит* ($Cr_2O_3 \cdot FeO$). Цвет железно-черный. Порошок бурый (отличие от магнитного железняка).

Практическое значение: хромовая руда.

т) Оловянный камень, или *касситерит* (SnO_2). Цвет черный. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от вольфрамита).

Практическое значение: оловянная руда.

у) Вольфрамит [$(Fe,Mn)WO_4$]. Цвет черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

II. Блеск неметаллический

1. Ноготь оставляет царапину на минерале:

Горит или легко плавится:

а) Сера самородная (S). Цвет светло-желтый, зеленоватый, бурый, серый, черный. Загорается от спички и горит голубым пламенем, выделяя резкий, удушливый запах.

Практическое значение: сырье для получения серной кислоты.

[1] Некоторые минералы, например бурый железняк, сера, каменный уголь и др., отличаются меняющимися твердостями, потому они несколько раз повторяются в определителе, попадая в разные группы.

б) Янтарь ($C_{10}H_{16}O_4$). Цвет медово-желтый, бурый, красно-бурый, черный, белый. Загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах.

Практическое значение: поделочный материал.

в) Каменный уголь. Цвет темно-коричневый, черный. Порошок темно-бурый. Горит.

Практическое значение: горючее ископаемое.

г) Антрацит. Цвет черный. Порошок черный. Блестящий. Хрупкий. Горит.

Практическое значение: горючее ископаемое.

Не горит:

Порошок белый или порошка не дает:

Имеет вкус:

д) Сильвин (KCl). Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. Легко раскалывается по граням куба.

Практическое значение: сырье для получения калийных удобрений.

е) Глауберова соль, или *мирабилит* ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$). Бесцветная или белого цвета. Вкус горько-соленый, холодящий. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося.

Практическое значение: сырье для получения соды.

ж) Селитра натриевая ($NaNO_3$) и калийная (KNO_3). Белая, желтая, красновато-бурая. Вкус солоноватый, холодящий. При прокаливании в смеси с углем дает вспышку (калийная — сильную, натриевая — более слабую).

Практическое значение: сырье для получения азотных удобрений.

з) Карналлит ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Цвет красный, желтоватый. Вкус горький. Легко растворяется в воде и даже под действием влаги, содержащейся в воздухе, может превращаться в жидкость. В связи с этим карналлит следует хранить в хорошо закупоренных сосудах. Излом неровный.

Практическое значение: сырье для получения калийных удобрений.

Вкуса не имеет:

и) Тальк $\{Mg_3(OH)_2[Si_4O_{10}]\}$. Жирный на ощупь. Цвет зеленовато-белый, светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-белый, белый.

Практическое значение: кислото- и огнеупорный материал; используется также в качестве присыпки.

к) Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розоватый, красный. Бесцветный гипс прозрачен, остальные виды гипса просвечивают или непрозрачны. Встречается в виде сплошной зернистой (алебастр), плотной или толстой листоватой массы («марьино стекло»). Иногда гипс представляет скопление тонких игольчатых, расположенных параллельно друг другу кристалликов — селенит, а также в виде прозрачных кристаллов.

Практическое значение: применяется в архитектурных, скульптурных работах, используется в строительном деле и в сернокислотном производстве; также находит применение в медицине (наложение гипсовых повязок и т. д.). Селенит — поделочный камень.

л) Белая слюда, или *мусковит* $\{KAl_2(OH,F)_2[AlSi_3O_{10}]\}$. Бесцветная, белая. Листоватая, чешуйчатая. Кончиком перочинного ножа от куска слюды можно легко отделить гибкие, упругие листочки.

Практическое значение: сырье для электрической промышленности. Благодаря прозрачности мусковит в древней Руси использовался вместо стекла в окнах.

Мусковит имеет перламутровый блеск.

м) Бурая слюда (флогопит) $\{KMg_3(OH,F)_2[AlSi_3O_{10}]\}$. Цвет бурый. Листоватый, чешуйчатый. Кончиком перочинного ножа легко отделяются тонкие пластинки. Листочки упруго-гибкие. Напоминает вермикулит. Отличие — бурая слюда от пламени спички не изменяется.

Практическое значение: такое же, как у белой слюды.

н) Вермикулит $[(Mg,Fe^{\cdots},Fe^{\cdot})_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O]$. Цвет бронзово-желтый, золотисто-желтый, желтовато-бурый, бурый; иногда наблюдается зеленоватый оттенок. Листоватый, чешуйчатый. Кончиком перочинного ножа легко расщепляется на тонкие пластинки. Листочки гибкие, но не упругие. Напоминает бурую слюду (флогопит). В отличие от слюды при нагревании над пламенем спички вздувается, червеобразно изгибается, расщепляется на тонкие листочки; при этом объем увеличивается в 18—25 раз.

Практическое значение: используется в качестве теплоизоляционного материала для обмазки котлов, печей и паропроводных труб. Также является прекрасным звукопоглощающим материалом: используется при устройстве кабин в самолетах, в специальных лабораториях и т. п. Применяется в производстве обоев (после обжига приобретает красивую золотистую и серебристую окраску). Вермикулит применяется в сельском хозяйстве СССР, Англии, США, Италии и других стран в качестве камня плодородия. Вермикулит обладает способностью удерживать влагу и соли в почве. Использование вермикулита повышает, например, в некоторых местах урожайность овощей в 20 раз. Он предохраняет корни растений от перегрева в жару и охлаждения при низких температурах.

о) Черная слюда, или *биотит*

$\{K(Fe, Mg)_3(OH,F)_2[AlSi_3O_{10}]\}$.

Цвет черный. Листоватая, чешуйчатая. Листочки легко отделяются кончиком перочинного ножа.

Порошок желтый, оранжевый, красный:

п) Аурипигмент (AS_2S_3). Цвет лимонно-желтый. Порошок светлый, лимонно-желтый. Спутник — реальгар (оранжево-красного цвета).

Практическое значение: мышьяковая руда.

р) Реальгар (AsS). Цвет оранжево-красный. Порошок оранжево-красный (отличие от киновари). Спутник—аурипигмент (лимонно-желтого цвета).

Практическое значение: мышьяковая руда.

с) Киноварь (HgS). Цвет ярко-красный, темно-красный. Порошок кровяно-красный (отличие от реальгара). Спутник — сурьмяный блеск (свинцово-серого цвета).

Практическое значение: ртутная руда.

Порошок серый, черный:

т) Графит (C). Жирный на ощупь. Цвет черный. Сплошная плотная или чешуйчатая масса.

Практическое значение: сырье для карандашной промышленности.

2. Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле.

Горит или легко плавится:

а) Сера самородная (S). Цвет светло-желтый, зеленоватый, бурый, черный, серый. Загорается от спички и горит синим пламенем, выделяя резкий, удушливый запах.

Практическое значение: сырье для получения серной кислоты.

б) Янтарь ($C_{10}H_{16}O_4$). Цвет медово-желтый, бурый, красно-бурый, черный, белый. Загорается от спички и горит, выделяя приятный гвоздичный запах.

Практическое значение: поделочный материал.

в) Каменный уголь. Цвет темно-бурый, черный. Порошок темно-бурый. Горит.

Практическое значение: горючее ископаемое.

г) Антрацит. Цвет черный. Порошок черный. Блестящий. Хрупкий. Горит.

Практическое значение: горючее ископаемое.

Не горит:

Порошок белый или порошка не дает:

Имеет вкус:

д) Каменная соль, поваренная соль, или *галит* (NaCl). Бесцветная, белая, сероватая, синяя, красная. Вкус соленый. Легко раскалывается по граням куба.

Практическое значение: сырье для получения соляной кислоты; употребляется в пищу, используется для соления и консервирования рыбы и мяса.

е) Сильвин (KCl). Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. Легко раскалывается по граням куба.

Практическое значение: сырье для получения калийных удобрений.

ж) Глауберова соль, или *мирабилит* ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$). Бесцветная, белая. Вкус горько-соленый. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося.

Практическое значение: сырье для получения соды; используется на нефтеперерабатывающих заводах.

з) Карналлит ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Цвет красный, желтоватый. Вкус горький. Под действием влаги, содержащейся в воздухе, может превращаться в жидкость. Излом во всех направлениях неровный.

Практическое значение: сырье для получения калийных удобрений.

Вкуса не имеет:

и) Кальцит, или *известковый шпат* ($CaCO_3$). Бесцветный (исландский шпат), белый, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, бурый, черный. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: исландский шпат используется в оптической промышленности.

к) Доломит [$CaMg(CO_3)_2$]. Цвет белый, серый, зеленоватый, черный. Растолченный в порошок, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: огнеупорный строительный материал.

л) Магнезит ($MgCO_3$). Мраморовидные массы, сложенные из зерен удлиненной формы, имеющих белый и сероватый цвет, или фарфоровидные плотные образования белого, кремового, желтоватого, бурого, серого цвета; редко кристаллы. Порошок вскипает при действии нагретой соляной кислоты.

Практическое значение: огнеупорный строительный материал.

м) Сидерит, или *железный шпат* ($FeCO_3$). Цвет желтовато-серый, желтовато-бурый, бурый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: железная руда.

н) Ангидрит ($CaSO_4$). Цвет белый, голубовато-синеватый, фиолетовый, красноватый, розоватый. Сплошная зернистая мраморовидная масса. На соляную кислоту не реагирует.

Практическое значение: сырье для получения серной кислоты; красиво окрашенные разности используются в качестве поделочного камня.

о) Флюорит, или *плавиковый шпат* (CaF_2). Бесцветный, сероватый, розоватый, красный, зеленоватый, голубой, фиолетовый до черного, иногда полосчатый; часто наблюдается изменение цвета у одного и того же образца. Встречается в виде сплошной зернистой, плотной или землистой, а также столбчатого строения массы; иногда дает кристаллы в форме куба.

Практическое значение: сырье для получения плавиковой (фтористо-водородной) кислоты.

п) Апатит [$Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$]. Цвет бледно-зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, иногда светло-зеленый с серыми пятнами (нефелин). Сплошные зернистые массы или шестиугольные призматические, таблитчатые кристаллы.

Практическое значение: сырье для получения фосфорных удобрений.

р) Змеевик, или *серпентин* $\{Mg_6(OH)_2[Si_4O_{10}]\}$. Цвет желтовато-зеленый, темно-зеленый до черного; часто наблюдается изменение окраски в разных частях образца. Сплошная плотная масса, нередко с прожилками асбеста.

Практическое значение: красиво окрашенные разновидности используются как поделочный камень.

с) Хризотил — асбест, или *горный лён* $\{Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]\}$.

Цвет зеленовато-желтый с золотистым оттенком, почти белый. Состоит из тончайших волокон, располагающихся перпендикулярно стенкам трещин, и легко распушается в вату.

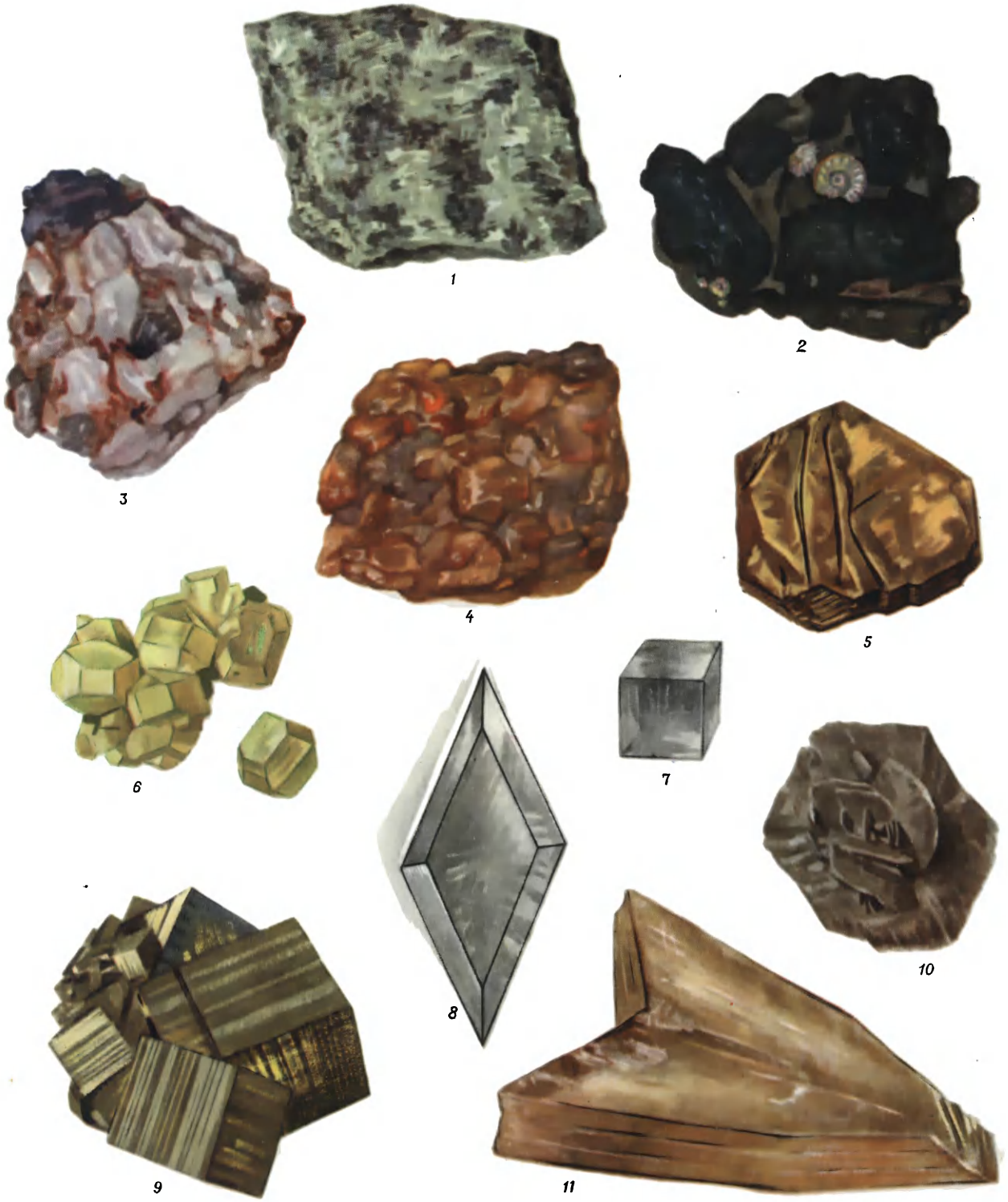
Практическое значение: огнеупорный материал.

т) Белая слюда, или *мусковит* $\{KAl_2(OH,F)_2[AlSi_3O_{10}]\}$.

Бесцветная, белая. Листоватая, чешуйчатая. Кончиком перочинного ножа можно легко отделить гибкие и упругие листочки.

Практическое значение: сырье для электрической промышленности.

у) Бурая слюда (флогопит) $\{KMg_3(OH,F)_2[AlSi_3O_{10}]\}$. Цвет бурый. Листоватый, чешуйчатый. Кончиком перочинного ножа легко отделяются тонкие пластинки.

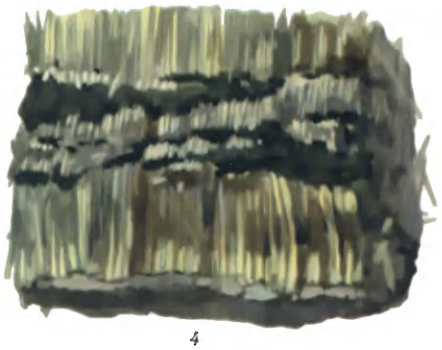


1 — апатит; *2* — фосфорит; *3* — сильвинит; *4* — карналлит; *5* — вермикулит; *6* — сера; *7* — каменная соль; *8* —кристалл гипса; *9* — серный колчедан; *10* — гипсовая роза; *11* — гипс «ласточкин хвост».

1

2

3



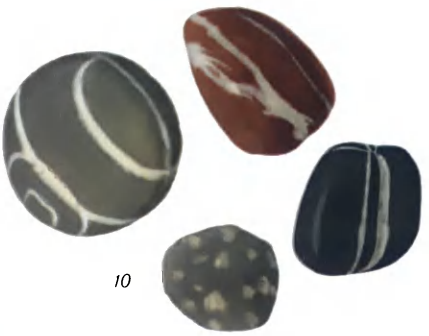
4

5

6

7

9



10

8

11

1 **— мусковит;** ***2*** **— флогопит;** ***3*** **— лепидолит;** ***4*** **— асбест;** ***5*** **— гранит;** ***6*** **— базальт;** ***7*** **— гнейс;** ***8*** **— диабаз;** ***9*** **— вулканический туф;** ***10*** **— галька;** ***11*** **— кварцит.**

Листочки упруго-гибкие. Напоминает вермикулит. Отличие — бурая слюда от пламени спички не изменяется.

Практическое значение: такое же, как у белой слюды.

Порошок желтый, бурый, красный:

ф) Бурый железняк, или *лимонит* ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Цвет ржаво-бурый, железно-черный; часто наблюдаются пятна охряно-желтого цвета. Порошок ржаво-бурый или охряно-желтый. Имеет вид натечных образований (сталактиты и другие формы), плотных масс или скоплений, напоминающих шлаки.

х) Цинковая обманка, или *сфалерит* (ZnS). Блеск алмазный. Цвет желтый, бурый, красноватый, бурочерный. Порошок светло-желтый, светло-бурый. Легкая. При расколе дает ровные поверхности в нескольких направлениях (отличие от вольфрамита). Встречается в виде сплошных зернистых масс или вкраплений в другие минералы и горные породы. Спутники: свинцовый блеск (свинцово-серого цвета), серный колчедан (светлый, латунно-желтый), медный колчедан (латунно-желтого цвета).

ц) Вольфрамит [$(Fe,Mn)WO_4$]. Цвет бурый до черного. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При расколе дает в одном направлении ровную поверхность (отличие от цинковой обманки).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

ч) Киноварь (HgS). Цвет ярко-красный, темно-красный. Порошок кровяно-красный. Спутник — сурьмяный блеск (свинцово-серого, стально-серого цвета).

Практическое значение: ртутная руда.

ш) Красный железняк, или *гематит* (Fe_2O_3). Цвет вишнево-красный, темно-красный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни).

Практическое значение: железная руда.

Порошок зеленый:

щ) Малахит {$Cu_2(OH)_2[CO_3]$}. Цвет ярко-зеленый, травяно-зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: поделочный, декоративный камень.

Порошок голубой, фиолетовый:

э) Азурит [$Cu_3(OH)_2(CO_3)_2$]. Цвет синий. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: медная руда.

ю) Флюорит, или *плавиковый шпат* (CaF_2). Цвет фиолетовый.

Практическое значение: сырье для получения плавиковой (фтористо-водородной) кислоты.

Порошок серый, черный:

а) Фосфорит [$Ca_5(Cl, F)(PO_4)_3$]. Цвет темно-серый, черный. Встречается в виде желваков различной формы; иногда шарообразный. В расколе нередко обнаруживает радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издает запах жженой кости.

Практическое значение: сырье для получения фосфорных удобрений.

б) Цинковая обманка, или *сфалерит* (ZnS). Цвет темно-серый до черного. Легкая. При раскалывании дает в нескольких направлениях ровные поверхности излома (отличие от вольфрамита). Спутники: свинцовый блеск (свинцово-серого цвета), серный колчедан (светлый, латунно-желтый), медный колчедан (латунно-желтого цвета).

Практическое значение: цинковая руда.

в) Вольфрамит [$(Fe,Mn)WO_4$]. Цвет бурый до черного. Тяжелый. При раскалывании дает ровную поверхность в одном направлении (отличие от цинковой обманки).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

3. Минерал оставляет царапину на стекле, но не оставляет царапины на горном хрустале.

Графит — мягкий минерал. Ноготь оставляет на нем царапину.

Бесцветный, цвет белый, светло-серый:

г) Полевой шпат (*ортоклаз*) {$K[AlSi_3O_8]$}. Цвет белый, светло-серый. При раскалывании дает в двух направлениях ровные, как бы отполированные, блестящие поверхности, а в третьем направлении — неровную, матовую (отличие от кварца). Сплошная зернистая, плотная масса или вкрапления в породе.

Практическое значение: сырье для фарфорово-фаянсовой и стекольной промышленности.

д) Кварц (SiO_2). Цвет белый или светло-серый. Излом во всех направлениях неровный (отличие от полевого шпата). Сплошная зернистая плотная масса; встречается также и в виде вкраплений в породе или рыхлого кварцевого песка.

Практическое значение: сырье для стекольной промышленности.

е) Горный хрусталь (SiO_2). Бесцветный. Имеет вид шестигранных призматических кристаллов, заканчивающихся пирамидами, или сплошной плотной массы с неровным изломом.

Практическое значение: самоцвет.

Цвет желтый, бурый, розовый, красный:

Дает порошок:

ж) Бурый железняк, или *лимонит* ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Цвет ржаво-бурый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый. Имеет вид сплошных плотных масс или натечных образований (сталактиты и другие формы); иногда шлаковидный или состоит из сцементированных и рыхлых мелких шариков.

Практическое значение: железная руда.

з) Красный железняк, или *гематит* (Fe_2O_3). Цвет вишнево-красный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни). Сплошная зернистая, плотная масса.

Практическое значение: железная руда.

и) Вольфрамит [$(Fe, Mn)WO_4$]. Цвет бурый. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

к) Оловянный камень, или *касситерит* (SnO_2). Цвет бурый. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый.

Поверхность излома во всех направлениях неровная (отличие от вольфрамита).

Практическое значение: оловянная руда.

Порошка не дает:

л) Полевой шпат (ортоклаз) {$K[AlSi_3O_8]$}. Цвет желтый, розоватый, красный. Блеск стеклянный. При раскалывании наблюдаются в двух направлениях ровные, блестящие поверхности, а в третьем направлении — неровная, матовая (отличие от нефелина). Сплошная зернистая, плотная масса или вкрапления в породе.

Практическое значение: сырье для фарфорово-фаянсовой и стекольной промышленности.

м) Нефелин, или *масляный камень* {$(Na,K)[AlSiO_4]$}. Серовато-белый с желтоватым, буроватым, красноватым оттенками. Блеск жирный. Сплошная плотная масса. Излом во всех направлениях неровный (отличие от полевого шпата).

Практическое значение: алюминиевая руда.

н) Халцедон (SiO_2). Блеск восковой. Цвет желтый, светло-коричневый, темно-бурый, красный. Сплошная плотная, натечная масса, внутри которой иногда встречаются пустоты с мелкими кристаллами кварца. Излом неровный. Часто в изломе дает острые режущие края.

о) Гранат. Цвет темно-бурый, темно-красный, красный, буро-красный. Встречается в виде отдельных кристаллов, а также вкраплений в породе.

Практическое значение: самоцвет.

Цвет зеленый:

п) Роговая обманка

{$Ca_2Na\ (Mg,\ Fe^{\cdot\cdot})_4\ (Al,\ Fe^{\cdot\cdot\cdot})[(Si,Al)_4\ O_{11}](OH)_2$}.

р) Авгит {$(Ca,\ Na)\ (Mg,\ Fe^{\cdot\cdot},\ Al,Fe^{\cdot\cdot\cdot})\ [(Si,\ Al)_2O_6]$}. Цвет темно-зеленый. Сплошная масса, состоящая из зерен призматической или игольчатой формы. Кроме того, встречается в виде вкраплений в породе. Порошок зеленоватый. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных. Эти два минерала можно различить только под микроскопом.

с) Амазонский камень, или *амазонит* {$K\ [AlSi_3O_8]$}. Цвет светло-зеленый, травяно-зеленый. Порошка не дает. При раскалывании наблюдаются в двух направлениях ровные, блестящие поверхности, а в третьем направлении — неровная, матовая. Сплошная зернистая, плотная масса.

Практическое значение: поделочный камень.

Цвет голубой, синий, фиолетовый:

т) Халцедон (SiO_2). Блеск восковой. Цвет голубовато-серый, синеватый. Излом неровный. Сплошная плотная масса, внутри которой иногда наблюдаются пустоты с мелкими кристаллами кварца. Часто в изломе дает острые, режущие края.

у) Аметист (SiO_2). Блеск стеклянный. Цвет фиолетовый. Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами, или сплошная плотная масса. Излом неровный.

Практическое значение: самоцвет.

Цвет темно-серый, черный:

Дает порошок:

ф) Бурый железняк, или *лимонит* ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Цвет железно-черный. Порошок ржаво-бурый.

Практическое значение: железная руда.

х) Красный железняк, или *гематит* (Fe_2O_3). Цвет железно-черный. Порошок вишнево-красный (как у спелой вишни).

Практическое значение: железная руда.

ц) Магнитный железняк, или *магнетит* (Fe_3O_4). Цвет железно-черный. Порошок черный. Магнитный.

Практическое значение: железная руда.

ч) Хромистый железняк, или *хромит* ($Cr_2O_3 \cdot FeO$). Цвет железно-черный. Порошок бурый (отличие от магнитного железняка).

Практическое значение: хромовая руда.

ш) Вольфрамит [$(Fe,\ Mn)WO_4$]. Цвет черный. Порошок бурый, почти черный. Тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня).

Практическое значение: вольфрамовая руда.

щ) Оловянный камень, или *касситерит* (SnO_2). Цвет черный. Порошок светло-бурый, белый. Тяжелый. При расколе во всех направлениях дает неровные поверхности излома (отличие от вольфрамита).

Практическое значение: оловянная руда.

э) Фосфорит [$Ca_5(Cl,F)(PO_4)_3$]. Цвет темно-серый, черный. Встречается в виде желваков различной формы, а также шарообразный. В расколе нередко обнаруживает радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издает запах жженой кости. Порошок светлее цвета минерала.

Практическое значение: сырье для получения фосфорных удобрений.

ю) Роговая обманка

{$Ca_2Na(Mg,Fe^{\cdot\cdot})_4\ (Al,\ Fe^{\cdot\cdot\cdot})[(Si,\ Al)_4O_{11}]_2(OH)_2$}

и *авгит* {$(Ca,Na)\ (Mg,\ Fe^{\cdot\cdot},\ Al,\ Fe^{\cdot\cdot\cdot})[(Si,\ Al)]_2O_6$}.

Цвет черный. Встречаются в виде сплошных масс призматического или игольчатого строения или вкраплений в породе. Порошок зеленый или черный. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных. Эти два минерала можно отличить только под микроскопом.

Порошка не дает:

а) Лабрадор (полевой шпат). Цвет темно-серый, зеленовато-серый. Характерен синий отлив, часто наблюдаемый на ровной поверхности излома. Чаще всего встречается в виде крупнозернистых масс.

Практическое значение: облицовочный строительный материал.

б) Кварц (SiO_2). Блеск стеклянный. Цвет дымчатый (раухтопаз), черный (морион). Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами; распространен также в виде сплошных плотных масс, вкраплений в породе. Излом неровный.

Практическое значение: сырье для радиопромышленности.

в) Халцедон (SiO_2). Блеск восковой. Цвет серый, черный. Сплошной, плотный. Края обломков острые. Излом неровный.

Практическое значение: декоративный строительный материал.

г) Яшма (SiO_2). Окраска пестрая, многоцветная. Сплошная плотная масса. Излом неровный. Часто наблюдаются прожилки другого цвета.

Практическое значение: поделочный декоративный материал.

д) Агат (SiO_2). Окраска полосатая. Отдельные слои разного цвета, располагаются полосами.

Практическое значение: поделочный и декоративный материал.

4. Минерал оставляет царапину не только на стекле, но и на горном хрустале.

Бесцветный:

е) Топаз $\{Al_2(F,OH)_2[SiO_4]\}$. Водяно-прозрачный. Поверхность излома в одном направлении ровная.

Практическое значение: драгоценный камень.

ж) Алмаз (C). Прозрачный. Поверхности излома неровные. Хрупкий.

Практическое значение: драгоценный камень.

Цвет розовый, красный:

з) Рубин, или *корунд* (Al_2O_3). Цвет розовый, красный. Прозрачный.

Практическое значение: драгоценный камень.

Цвет зеленый:

и) Берилл $\{Be_3Al_2[Si_6O_{18}]\}$. Цвет бледно-зеленый, темно-зеленый (изумруд). Излом во всех направлениях неровный.

Практическое значение: самоцвет.

Цвет голубой, синий:

к) Корунд (Al_2O_3). Цвет голубовато-серый, голубой, синий (сапфир). Сплошной мелкозернистый, плотный, кристаллы веретенообразной и бочонковидной формы.

Практическое значение: абразивный материал.

л) Аквамарин, или *берилл* $\{Be_3Al_2[Si_6O_{18}]\}$. Цвет синевато-голубой (цвета морской воды). Излом во всех направлениях неровный. Кристаллы в виде шестигранной призмы.

Практическое значение: самоцвет.

III. Минерал матовый

Горит:

м) Торф. Цвет бурый, желтый. Состоит из измененных растительных остатков. Очень легкий. В сухом состоянии загорается от спички.

Практическое значение: горючее ископаемое.

н) Бурый уголь. Цвет бурый, черный. Порошок бурый. Сплошная плотная или землистая масса.

Практическое значение: горючее ископаемое.

Не горит:

о) Белая глина, или *каолинит* $\{Al_4(OH)_8[Si_4O_{11}]\}$. Цвет белый. С водой образует пластичную массу. Если подышать на нее, чувствуется запах глины.

Практическое значение: сырье для фарфоровой промышленности.

п) Мел ($CaCO_3$). Цвет белый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: сырье для цементной промышленности; используется мел и как пишущий материал.

Цвет желтый, красный, бурый:

р) Боксит ($Al_2O_3 \cdot nH_2O$). Цвет кирпично-красный, буро-красный. На вид землистый, глиноподобный. В отличие от глины не образует с водой пластичной массы.

Практическое значение: алюминиевая руда.

с) Желтая охра, или *бурый железняк* ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Цвет охряно-желтый. Землистый, порошковатый. Пачкает руки.

Практическое значение: минеральная краска.

т) Красная охра, или *гематит* (Fe_2O_3). Цвет вишнево-красный. Землистый, порошковатый. Пачкает руки.

Практическое значение: минеральная краска.

Цвет зеленый:

у) Медная зелень, или *малахит* $\{Cu_2(OH)_2[CO_3]\}$. Цвет зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: минеральная краска.

ф) Гарниерит $\{Ni_4(OH)_4[Si_4O_{10}]4H_2O\}$. Цвет голубовато-зеленый, яблочно-зеленый, травяно-зеленый. Плотные, землистые массы.

Практическое значение: никелевая руда.

Цвет голубой, синий:

х) Медная синь, или *азурит* $[Cu_3(OH)_2(CO_3)_2]$. Цвет синий, голубой. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Практическое значение: минеральная краска.

Цвет черный:

ц) Пиролюзит (MnO_2). Цвет черный. Пачкает руки. Встречается в виде сплошной землистой массы или состоит из сцементированных и рыхлых мелких шариков.

Практическое значение: марганцевая руда.

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ГОРНУЮ ПОРОДУ

Многие из горных пород — ценный строительный материал или руда какого-нибудь металла. Чтобы судить о ценности горной породы и пригодности ее для промышленности, необходимо прежде всего определить эту породу, т. е. по характерным особенностям узнать название, а затем ознакомиться со всеми ее свойствами.

Точно определяют горные породы, особенно сложные, состоящие из нескольких минералов, в специальных лабораториях с помощью микроскопа, химических анализов и других приемов исследования.

Приблизительно определить породу можно и без микроскопа. Так и поступают геологи, работая в поле. Это определение вполне доступно и юным геологам. Надо только иметь миллиметровую бумагу, лупу с увеличением не менее чем в четыре раза, ножик или иголку, склянку с разбавленной соляной кислотой и геологический молоток.

Если порода рыхлая и состоит из крупных обломков, то измеряют величину обломков по миллиметровой бумаге и смотрят, какую форму они имеют: угловатую (щебень) или округлую (гравий, галька). Если обломки мелкие, как, например, песчинки в песке, то их насыпают тонким слоем на миллиметровую бумагу и смотрят (лучше под лупой), какой величины

отдельные зерна породы и какие минералы среди них можно определить.

Рыхлые породы образуются в результате разрушения плотных пород, поэтому обломки в них могут быть из гранита, сланца, известняка и других горных пород. Для того чтобы описать, например, галечник, необходимо определить, из каких именно пород состоят отдельные гальки или обломки.

Плотные породы можно наблюдать в обнажениях. Встретив выход плотной породы, надо сначала посмотреть, как она залегает: пластами, сплошной массой или выходит в виде жил. Пластами обычно залегают осадочные породы и нередко метаморфические. Массивное залегание более характерно для магматических пород. Они нередко разбиты трещинами на прямоугольные и многоугольные обломки.

В жилах залегают породы различного происхождения.

Для определения горной породы необходимо узнать, какое она имеет строение и из каких минералов состоит. Определяют породу всегда по свежему ее излому. Поверхность породы при выветривании часто сильно изменяется, поэтому, чтобы получить свежую, неизмененную поверхность, надо отбить молотком кусок породы от скалы или разбить обломок. Свежую поверхность породы следует рассмотреть под лупой. Она может быть землистой (например, глина), или стекловатой (например, обсидиан), или зернистой (например, граниты, песчаники), или порфировой, когда встречаются крупные зерна среди стекловатой или очень мелкозернистой массы (например, порфирит).

Чтобы различить породу по твердости, обломок ее царапают ножом или ногтем. Если порода состоит из твердых минералов, то она не будет резаться или скоблиться ножом. Но из некоторых пород (например, песчаников) при царапании ножом могут выпадать отдельные зерна, твердость которых больше, чем твердость ножа.

Осадочные породы часто состоят из менее твердых и менее прочных минералов, чем породы магматические или метаморфические.

Нередко породы можно различить по плотности. Магматические и метаморфические породы обычно бывают тяжелее осадочных. Особенно тяжелыми бывают те из магматических пород, которые состоят из темных минералов.

Для приблизительного определения тяжести породы вес небольших (с куриное яйцо) кусков породы сравнивают на руке.

Иногда породы можно узнать по цвету. Габбро, диориты всегда темного цвета, темнее гранита. Трахиты и липариты обычно бывают светлыми, даже белыми; змеевики — зелеными.

Горная порода состоит из минералов. Поэтому, чтобы установить название породы, необходимо определить минералы, из которых она состоит. Как определяют минералы, можно узнать из статьи «Как узнать, какой это минерал» (см. стр. 423). Но в горной породе образующие ее минералы часто бывают мелкими, и их не так легко узнать.

Минералы в породе прежде всего различают по цвету. Более темными обычно бывают биотит, роговые обманки; более светлыми — кварц, полевые шпаты, белая слюда—мусковит, кальцит. Очень характерно для пород присутствие или отсутствие кварца или полевых шпатов. Кварц и полевые шпаты тверже ножа, и он не оставляет на них царапины, а вот на кальците царапина остается. Кварц отличается от полевых шпатов отсутствием спайности. Чтобы узнать, есть ли в породе кальцит, капают на нее соляной кислотой: если кальцит есть, то из породы с шипением выделяется углекислота. Присутствие кальцита часто характерно для осадочных пород (известняки). Слюды — биотит и мусковит — также узнаются по их хорошей спайности, идущей в одном направлении: они легко расщепляются на тонкие пластинки кончиком перочинного ножа или иголки.

Все наблюдения над минералами удобнее вести при помощи лупы.

При определении породы необходимо подметить как можно больше ее особенностей.

В кратком определителе разнообразные горные породы разбиты на группы по их свойствам. Прежде всего породы делятся на две группы: рыхлые и плотные. В пределах каждой из этих групп они определяются по различным признакам, например по зернистости, слоистости (или сланцеватости), по цвету и т. д. Прочтите внимательно текст краткого определителя и вы увидите, что пользоваться им совсем нетрудно (см. также на стр. 428—429 цветные таблицы).

Краткий определитель горных пород

I. Породы рыхлые

Обломки, составляющие породу, угловатые, размером от 1 до 10 *см* — щебень.

Обломки, составляющие породу, округленные:

1) отдельные зерна меньше 2 *мм* — *песок*;
2) » » от 2 до 10 *мм* — *гравий*;
3) » » » 1 до 10 *см* — *галька*;
4) » обломки больше 10 *см* — *валуны*.

II. Породы плотные

Порода состоит из отдельных зерен и обломков разных размеров, между ними — скрепляющий их цемент:

1) отдельные зерна, округленные, мелкие — менее 2 *мм* — *песчаник*;
2) отдельные зерна, округленные, разных размеров — от 1 до 10 *см* — *конгломерат*;
3) отдельные обломки, крупные, угловатые — от 1 до 10 *см* — *брекчия*.

Порода зернистая, кристаллическая; отдельные зерна (кристаллы), составляющие породу, тесно соприкасаются друг с другом:

а) Порода неслоистая:

1) состоит только из зерен кварца — *кварцит*;
2) состоит из зерен кварца, полевого шпата, слюды или роговой обманки, цвет светло-серый, красноватый или розовый — *гранит*;
3) кварца нет, состоит из полевого шпата, слюды — биотита или роговой обманки, похожа на гранит, преобладающий цвет розовый, реже розовато-серый — *сиенит*;
4) состоит из полевого шпата (плагиоклаза) и роговой обманки или слюды — биотита, мелкозернистая, серого цвета — *диорит*;
5) состоит из полевого шпата (плагиоклаза) и темных минералов, крупнозернистая, почти черного цвета, часто от присутствия особого плагиоклаза — лабрадора — отливает синими искрами — *габбро*.
6) состоит из одного минерала оливина, черная с зеленоватым оттенком — *дунит*;

1

2

3

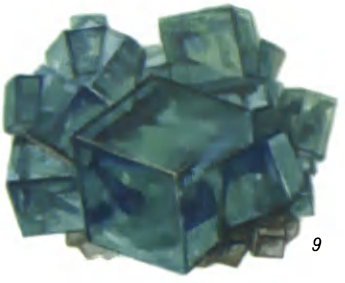
4

7

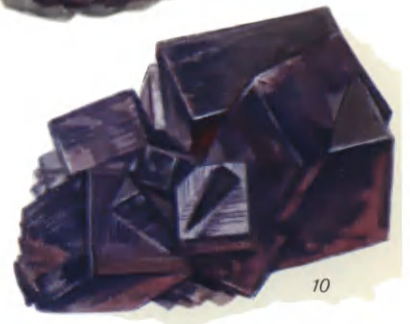
5

8

6



9



10

1 **— халцедон натечный;** ***2*** **— халцедон с дендритами окислов марганца;** ***3*** **— сердолик;** ***4*** **— агат;** ***5*** **— амазонит;** ***6*** **— кальцит;** ***7*** **— флюорит оптический;** ***8*** **— флюорит плотный:** ***9*** **— флюорит зеленый;** ***10*** **— флюорит фиолетовый.**

1 — мрамор; *2* — яшма: *3* — лабрадорит; *4* — порфирит; *5* — аметист; *6* — изумруд; *7* — сапфир; *8* — бриллиант; *9* —алмаз; *10* — рубин; *11* — аквамарин; *12* — топаз; *13* — горный хрусталь; *14* — пемза; *15* — наждак; *16* — корунд.

7) состоит из крупных угловатых кристаллов кварца и полевого шпата, прорастающих друг в друга и напоминающих древние восточные письмена,— *пегматит* (или «письменный гранит»);
8) состоит из мелких зерен кальцита, вскипает от соляной кислоты, цвет разнообразный — *мрамор*.

б) Порода слоистая или сланцеватая:
1) состоит из зерен кварца, полевого шпата и слюды (состав тот же, что и у гранита) — *гнейс*;
2) состоит только из слюды и кварца — *слюдяной сланец*.

Порода однородная, незернистая; иногда в сплошной однородной массе различимы отдельные зерна:

а) Порода однородная, излом стекловатый или раковистый с режущими краями:
1) цвет серый, черный, иногда бурый, пятнистый, блеск стеклянный — *обсидиан*;
2) цвет желто-бурый, серый, иногда черный; матовая, неблестящая — *кремень*;
3) полосатая, пятнистая, разных цветов — *яшма*.

б) Порода однородная, иногда неясно-зернистая:
1) мягкая, режется ножом, после смачивания растирается между пальцами в тонкий порошок, образуя пластичную массу; бурая, серая, иногда белая — *глина*;
2) не растирается, более плотная, чем глина, распадается на тонкие твердые плитки — *глинистый сланец*;
3) белая, мягкая, царапается ногтем, пачкает руки, оставляет белую черту, от соляной кислоты вскипает — *мел*;
4) белая, легкая, пачкает руки, похожа на мел, но от соляной кислоты не вскипает — *трепел*;
5) белая, желтоватая, серая, плотная или неясно-зернистая, часто содержит различные окаменелости, от соляной кислоты вскипает — *известняк*;
6) плотная или неясно-зернистая, вскипает только от подогретой соляной кислоты, цвет белый, желтоватый, бурый — *доломит*;
7) легко царапается и режется ножом, растворяется в воде, на вкус соленая, прозрачная или полупрозрачная, при расколе дает гладкие, блестящие поверхности — *каменная соль*;
8) в воде не растворяется, ярко-белая, розоватая или желтоватая, бывает волокнистого строения, при расколе часто дает блестящие гладкие поверхности, пластинчатая, иногда прозрачная — *гипс*;
9) мягкая, царапается ножом, однородная, плотная, зеленая, темно-зеленая или пятнистая, просвечивает в краях — *змеевик*.

в) В сплошной массе породы различимы отдельные зерна (вкрапленники):
1) светлая, часто белая, с вкрапленниками полевых шпатов, иногда слюды — *липарит, трахит*;
2) темная, с вкрапленниками полевых шпатов, роговых обманок и других темных минералов — *порфирит*;
3) черная, тяжелая, с очень мелкими вкрапленниками полевых шпатов, иногда оливина и темных минералов — *базальт*.

* * *

В определитель вошли только наиболее распространенные магматические, осадочные и метаморфические породы.

КРАТКАЯ ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ПО ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЗНАНИЙ О ЗЕМЛЕ

Древний мир

До нашей эры 1200. Финикияне достигли Атлантического океана, пройдя через Гибралтарский пролив.

624—547 *. Древнейший нептунист философ Фалес учил, что все существующее, в том числе и Земля с населяющими ее живыми организмами, возникло и возникает из воды и вновь в нее обратится, подразумевая под водой первичную хаотическую жидкую массу. Название «нептунисты» произошло от древнеримского бога моря Нептуна.

610—546 *. Анаксимандр Милетский, греческий математик и философ, изобразил на карте известные ему моря и земли и сделал модель Земли в форме цилиндра.

Ок. 600 г. В царствование египетского фараона Нехо II была организована экспедиция вокруг Африки. Финикийские мореплаватели, выйдя на юг из Красного моря, обогнули Африканский материк и возвратились через Гибралтарский пролив. Плавание продолжалось три года.

Ок. 550—476 *. Гекатей Милетский, греческий географ и историк, написал первое географическое сочинение «Землеописание» и исправил карту Анаксимандра.

Ок. 530—470 *. Древнейший плутонист философ Гераклит учил, что все существующее рождается из огня и вновь им поглощается. Название «плутонисты» произошло от древнегреческого бога подземного царства Плутона.

Ок. 525 г. Плавание карфагенского мореплавателя Ганнона, основавшего карфагенские колонии на берегу Атлантического океана.

Ок. 500-х годов. Последователи древнегреческого философа и математика Пифагора пришли к заключению о шаровидности Земли.

Ок. 485—425 *. Древнегреческий ученый Эмпедокл первым высказал предположение об огненно-жидком ядре Земли. Он объяснял рождение всего существую-

* Указаны годы рождения и смерти.

щего из четырех элементов, или стихий: огня, земли, воды и воздуха, которые не уничтожаются, но постоянно изменяются.

484—425 *. Геродот, греческий историк и географ, совершил путешествие по всем известным в то время грекам странам, посетил Скифию и в своей «Истории» впервые описал жизнь народов, населявших южнорусские степи.

384—322 *. Древнегреческий философ Аристотель впервые привел научные доказательства шарообразности Земли. По его представлению, Земля — окруженный атмосферой шар. В сочинении «Метеорология» Аристотель изложил свои представления об изменениях земной поверхности и о происхождении руд.

325—324. Плавание Неарха, начальника морского флота Александра Македонского, по северо-западной части Индийского океана и Персидскому заливу. Неарх открыл морской путь из Месопотамии в Индию.

325—320. Греческий астроном и путешественник Пифей из Массилии (Марселя) отправился в морское путешествие на север Европы. Он открыл о-ва Альбион (ныне о-ва Великобритания) и добрался до неизвестной земли, окруженной льдом, названной им «Ультима Туле», что значит «Край света».

276—194 *. Эратосфен Киренский впервые в истории вычислил окружность Земли и заложил основы математической географии.

180—125 *. Грек Гиппарх из Никеи составил градусную сеть, нулевой меридиан которой проходил через о-в Родос. Гиппарх ввел в обиход термины «географическая широта», «географическая долгота».

Ок. 63 г. до н. э.— ок. 20 г. н. э*. Римский географ Страбон написал сочинение «География» в 17 книгах.

Наша эра 23—79*. Плиний Старший, древнеримский ученый, написал сочинение «Естественная история» в 37 книгах. Он привел новые доказательства шарообразности Земли и правильно объяснил явление приливов и стливов в морях влиянием Солнца и Луны на водную оболочку Земли. В четырех томах своей истории Плиний дал обширные сведения об известных в то время минералах и горных породах. Плиний Старший погиб, ведя наблюдение за извержением вулкана Везувия в Италии.

90—168*. Клавдий Птолемей, александрийский географ, в сочинении «География» из 8 книг дал полное описание всех известных ему стран. К сочинению были приложены географические карты.

Средние века

(VI в.— середина XVII в.)

VI в. Византийский купец монах Козьма Индикоплов путешествовал по Египту, Эфиопии, Красному морю, Персии, Индии и Цейлону. Индикоплов написал большое географическое сочинение, в котором рассказал об этих странах. В своей книге «Христианская топография Вселенной» он отвергал учение греческих географов о шаровидности Земли. Выводы Индикоплова на много лет затормозили развитие науки о Земле.

IX в. Русские и норманны проложили путь «из варяг в греки», т. е. из Балтийского моря в Черное по Днепру. С этого же времени приобрел большое значение Хазарский путь — из Балтики в Каспийское море (по Волге).

982. Открытие норманном Эйриком Рыжим о-ва Гренландия.

Ок. 1000 г. Норманны под предводительством Лейфа, сына Эйрика Рыжего, отправились из Гренландии на поиски новой земли и открыли берега Северной Америки на 40° с. ш.

1021—1023. Среднеазиатский (таджикский) ученый Ибн-Сина (Авиценна) изложил свои геологические идеи в сочинении «Книга исцеления». Ибн-Сина интересовался вопросом возникновения гор и изучал состав и свойства минералов и метеоритов.

1048. Узбекский ученый-энциклопедист Бируни написал книгу под названием «Собрание сведений о познании драгоценных минералов», в которой дал описание около ста известных в то время минералов. Особенно важным было определение им плотности 18 минералов.

1096 или начало 1097 г. В «Начальной летописи» приведен рассказ новгородца Гюряты Роговича о походе новгородцев в 1092 г. по суше на Печору и в Югру (территория по обеим сторонам северных отрогов Уральского хребта) за данью.

1201—1274 *. Азербайджанский математик-астроном Мухаммед Насирэддин, известный под именем Туси, написал книгу «Учение о минералах». В этом труде Туси описал 34 минерала.

1271—1295. Путешествие Марко Поло в Китай и Индию. Марко Поло описал пустыни Персии, степи Монголии, Памир и Китай, ознакомил Европу с Бирмой, Таиландом, Японией, о-вом Цейлон.

1415—1462. В поисках морского пути в Индию португальцы достигли берега Западной Африки (до Гвинейского залива) и о-вов Мадейра (1420), Азорских (1432) и Зеленого Мыса (1456).

1452—1519 *. Леонардо да Винчи, великий итальянский художник и ученый, наблюдая за строительством каналов в Милане, стал заниматься геологией и палеонтологией. Он вступил в борьбу с господствовавшими в то время средневековыми представлениями о происхождении и истории Земли.

1466—1472. Путешествие русского купца Афанасия Никитина в Индию, о котором он рассказал в записках «Хожение за три моря».

1483. Поход русских в Югорскую землю (на р. Обь) при Иване III.

1487—1488. Португалец Бартоломеу Диаш (Диас) открыл мыс Доброй Надежды, обогнул материк Африки с юга и вышел в воды Индийского океана.

1492—1493. Первое путешествие Христофора Колумба в поисках западного морского пути в Индию. Открытие Колумбом Нового Света — о-вов Багамских, Кубы и Гаити.

1493—1496. Второе путешествие Христофора Колумба в Новый Свет к Вест-Индскому архипелагу и открытие новых островов, в том числе Пуэрто-Рико и Ямайки.

1494. Плавание русских послов Д. Зайцева и Д. Грека из Дании к устью Северной Двины.

1496. Плавание Григория Истомы по Северному Ледовитому океану из устья Северной Двины до города Тронхейма (Норвегия).

1497. Плавание английского мореплавателя Джона Кабота с целью отыскания Северо-Западного прохода из Европы в Восточную Азию (Индию, Китай) вокруг Сев. Америки.

1497—1499. Португальская экспедиция Васко да Гамы открыла морской путь из Португалии в Индию. Васко да Гама обогнул с юга Африку, пересек Индийский океан и достиг юго-западного побережья Индии (1498).

Конец XV в. Начало русской картографии.

1498—1500. Третье путешествие Христофора Колумба — открытие о-ва Тринидад и материка Южн. Америка близ устья р. Ориноко (нынешняя Венесуэла).

1499—1504. Плавания итальянца Америго Веспуччи к берегам Южн. Америки и исследование побережья Бразилии.

1502—1504. Четвертое путешествие Христофора Колумба. Во время этого плавания Колумб открыл атлантические берега Центр. Америки, где сейчас находятся Гондурас, Никарагуа, Коста-Рика и Панама.

1507. Вальдземюллер в книге «Введение в космографию», напечатанной во Франции, предложил назвать Новый Свет «Землей Америго» (Веспуччи) — Америкой.

1513. Испанец Васко Нуньес Бальбоа пересек Панамский перешеек и вышел на берег «Южного моря» (Тихого океана).

1519—1522. Испанское правительство снарядило под начальством Фернандо Магеллана экспедицию, которая совершила первое в истории кругосветное плавание. После гибели Магеллана на одном из Филиппинских о-вов в 1521 г. экспедицию возглавил Элькано.

1519—1539. Завоевательные походы испанцев (конкистадоров) в Центр. Америке, во время которых Кортес в 1519—1521 гг. занял Мексику, в 1533 г. достиг Калифорнийского п-ова. В 1539 г. испанец Франциско Ульоа открыл Калифорнийский залив.

1522—1542. Открытие испанцами Анд и Тихоокеанского побережья Южн. Америки: захват конкистадором Ф. Писарро древней страны Перу (1531—1535); переход через Анды Д. Альмагро и завоевание им Араукании — ныне Чили (1535—1537); плавание Орельяны по р. Амазонке (1541—1542).

1525—1565. Испанские тихоокеанские экспедиции, во время которых были открыты Каролинские (1528) и Маршалловы (1529) о-ва и северное побережье Новой Гвинеи (1545), а также установлен великий торговый путь из Вост. Азии в Южн. Америку (1565).

1526. Португалец Минезеш открыл о-в Новая Гвинея.

1530—1533. Немецкий естествоиспытатель Агрикола (Георг Бауэр) написал книги по минералогии, горному делу, обогащению руд и металлургии, имевшие большое практическое значение для своего времени.

1538. Знаменитый фламандский картограф Меркатор издал карту, на которой изображенные части Нового Света имеют надписи: «Южная часть Америки», «Северная часть Америки».

1553—1554. Английская экспедиция Х. Уиллоуби и Р. Ченслора попыталась найти Северо-Восточный проход из Европы в Восточную Азию. Уиллоуби погиб. Ченслор из устья Северной Двины добрался до Москвы.

1569. Меркатор издал карту мира в новой проекции, носящей его имя.

1581—1584. Походы казака Ермака Тимофеевича через Урал в Западную Сибирь. Начало русских географических открытий в Сибири.

1594—1597. Плавание голландца Виллема Баренца в море, позже названном его именем, в поисках Северо-Восточного прохода. Путешествие закончилось гибелью мореплавателя.

XVI в. Составление «Большого Чертежа» — карты России. «Большой Чертеж» не сохранился, но остались комментарии к нему — «Книга Большому Чертежу».

1606—1616. Голландские экспедиции с целью открытия новых земель в южных морях (Тихом океане). В 1606 г. Вилли Янц открыл северное побережье Австралии. В 1616 г. западное побережье материка открыл Д. Хартогс.

Между 1610—1616 гг. Плавание русских мореходов по Северному морскому пути. Остатки экспедиции обнаружены советским судном «Норд» осенью 1940 г. на Таймыре — у пустынного о-ва Фаддеевского и на берегу залива Симса.

1615. Голландский математик Снеллиус изобрел способ триангуляции для измерения больших расстояний.

1627. По повелению царя Михаила Федоровича исправлена, дополнена и вновь изготовлена карта «Большой Чертеж», а также составлен объяснительный текст в виде «Книги Большому Чертежу».

1635—1640. В Приуралье, в окрестностях Соликамска, был основан первый в России медеплавильный завод.

1639. Русский казак Иван Москвитин вышел на побережье Тихого океана (Охотского моря) и построил первое русское зимовье в устье р. Ульи. Русские землепроходцы в течение 55 лет прошли всю Сибирь от Урала до Тихого океана и обогатили географическую науку многими открытиями в Северо-Восточной Азии.

Новое время

(середина XVII в.—XX в.)

1642—1644. Голландская экспедиция Абеля Тасмана к берегам Австралии. Открытие о-ва Тасмания (1642), о-вов Новая Зеландия (1642), архипелага Тонга (1643) и о-вов Фиджи (1643).

1643—1646. Поход русского казака Василия Пояркова из Якутска на р. Амур и его плавание по Охотскому морю.

1644. Русский казак Михаил Стадухин достиг морем р. Колымы и построил здесь зимовье (Нижнеколымск). Он же положил начало открытию Новосибирского архипелага, отметив существование Ближнего Ляховского о-ва.

1648. Русский казак Семен Дежнев обогнул морским путем Чукотский п-ов, открыл пролив, отделяющий Азию от Америки (названный впоследствии Беринговым), и первым совершил плавание из Ледовитого океана в Тихий. Донесение об открытии Дежневым пролива пролежало в Якутском архиве более 80 лет и было обнаружено участником Великой Северной экспедиции академиком Миллером.

1648. Французский физик Б. Паскаль впервые применил барометр для определения высоты горы Пюиде-Дом.

1649—1653. Поход русского казака Ерофея Хабарова на р. Амур.

1654—1658. Русский путешественник Федор Байков, возглавлявший посольство в Китай, прошел пустыню Гоби и достиг Пекина (1656).

1667. Наиболее ранняя из известных в настоящее время карт Сибири — «Чертеж»,—составленная стольником и воеводой Петром Ивановичем Годуновым.

1669. Датчанин Н. Стено, изучая геологическое строение Тосканы, дал правильное представление о процессе образования осадочных пород и высказал передовые взгляды по вопросам геологии.

1669—1670. Французский астроном Ж. Пикар применил в угломерных инструментах зрительную трубу, снабженную сеткой нитей. Это позволило ему произвести первое градусное измерение расстояния между Парижем и Амьеном методом триангуляции. Оно оказалось для того времени весьма точным.

1672. Экспедиция французского астронома Жана Рише в Кайенну (Южн. Америка под 5° с. ш.) для исследования силы тяжести при помощи секундного маятника. Ж. Рише обнаружил замедление скорости колебаний маятника, привезенного из Парижа. Это объясняется меньшей величиной силы тяжести в Кайенне, чем в Париже.

1675—1678. Путешествие Николая Спафария во главе русского посольства в Китай. Им были составлены описания пути через Сибирь и государств Китая, Кореи и Японии.

1686. На основе наблюдений Ж. Рише в Кайенне Ньютон в рукописи «Математические начала натуральной философии» впервые дал математическое обоснование формы нашей планеты. Земля имеет форму сфероида — шарообразного тела, сплющенного у полюсов.

1697—1699. Путешествие на Камчатку русских казаков Владимира Атласова и Луки Морозки.

1698. Семен Ульянович Ремезов вместе с сыном Семеном составил «Чертеж всей Сибири».

1700. Для организации поиска и разведки полезных ископаемых в России Петр I учредил «Приказ рудокопных дел».

1701. Закончено изготовление «Чертежной книги Сибири» — атласа из 23 карт, составленного Семеном Ульяновичем Ремезовым с сыновьями.

1701. Основание Петром I Школы математических и навигацких наук в Москве (в Сухаревой башне).

1710. Отпечатана первая географическая книга на русском языке — «География, или краткое земного круга описание, напечатанное повелением царского величества в типографии Московской. Лета господня 1710-го в месяце марте».

1711—1713. Путешествия русских казаков Ивана Козыревского и Данилы Анциферова на Курильские о-ва. Козыревский описал и нанес на карту часть Курильских о-вов.

1718—1721. Геодезисты Иван Евреинов и Федор Лужин по приказу Петра I отправились на Камчатку и Курильские о-ва, для того чтобы выяснить и разрешить спор ученых-географов, соединяются ли Азия с Америкой перешейком или разделены проливом, можно ли по нему плавать, а также для съемки Курильских о-вов. По возвращении они вручили Петру I составленные ими карты Курильских о-вов и материалы к ним.

1719. Петром I учреждена берг-коллегия, т. е. коллегия по горным делам, при которой состояла группа «рудных доносителей» — поисковиков-разведчиков.

1722. По приказу Петра I в Петербурге открылась первая метеорологическая станция.

1723. Экспедиция русского рудознатца Г. Г. Капустина открыла в Донбассе залежи каменного угля.

1725. В Петербурге открыта Академия наук. На первом же своем заседании Академия обсуждала вопрос о форме Земли.

1725—1730. Первая Камчатская экспедиция под руководством Витуса Беринга и Алексея Чирикова, снаряженная по приказу Петра I. Экспедиции было поручено выяснить, соединяется ли Азия с Америкой, и исследовать морские пути на севере Тихого океана и в Ледовитом океане.

1732. Иван Федоров и Михаил Гвоздев на боте «Св. Гавриил» совершили плавание от мыса Дежнева к берегам Северо-Западной Америки, достигли мыса Принца Уэльского (Аляска). Мореплаватели описали Берингов пролив и о-ва Гвоздева (Диомида) и Кинга.

1733—1743. Великая Северная экспедиция под руководством Витуса Беринга и Алексея Чирикова исследовала северное побережье Европы и Азии, берега Камчатки, Охотского моря, морские пути в Америку и Японию.

1734. Вышел в свет в Петербурге «Атлас Всероссийской империи» Ивана Кирилловича Кирилова, состоящий из генеральной карты России и четырнадцати карт ее отдельных областей.

1735—1744. Французская академия наук снарядила две экспедиции в Перу и в Лапландию для проведения градусных измерений с целью разрешить спорный вопрос о форме Земли. Результаты градусных измерений доказали правильность теории Ньютона, утверждавшего, что Земля представляет собой сфероид —шарообразное тело, несколько сплюснутое у полюсов.

1742. Участник Великой Северной экспедиции С. Челюскин достиг крайней северной оконечности материка Азии, позднее названной мысом Челюскина.

1745. Вышел в свет в Петербурге «Атлас Российской» Академии наук, состоящий из генеральной карты России, тринадцати специальных карт Европейской России и шести карт Азиатской России. Атлас получил высокую оценку современников.

1763. В книге М. В. Ломоносова «Первое основание металлургии или рудных дел» в качестве приложения опубликовано его замечательное геологическое сочинение «О слоях земных».

1765—1766. Экспедиция адмирала В. Чичагова, снаряженная по предложению М. В. Ломоносова для отыскания Северо-Восточного прохода в Тихий океан через полюс. Экспедиция дважды доходила до Шпицбергена и возвращалась обратно в Архангельск из-за непроходимых льдов.

1766—1769. Французская кругосветная экспедиция Луи Антуана Бугенвиля, направленная для географических исследований в Тихом океане. В 1768 г. экспедиция открыла о-ва Мореплавателей в группе о-вов Самоа.

1768—1771. Первое кругосветное плавание Джемса Кука. Он доказал, что Новая Зеландия состоит из двух островов (1769), и открыл восточный берег Австралии (1770).

1768—1774. Географические «академические» экспедиции (организованные Академией наук) в Европейской России и частично в Азии. Путешествие по России Палласа, Гмелина (младшего), Лепехина, Георги, Гюльденштедта и Фалька, во время которых были собраны обширные ботанические, зоологические, этнографические и другие материалы. Паллас изучил геологическое строение горных цепей Уральских и Алтайских гор.

1768—1792. Экспедиция русских на Алеутские о-ва и п-ов Аляска для производства съемок, исследования и описания островов. Алеутские о-ва и острова, прилегающие к Северо-Западной Америке, были исследованы и описаны Г. И. Шелиховым (1783—1787). Им же в 1784 г. основано русское поселение на о-ве Кадьяк. Г. А. Сарычев нанес на карту и исследовал Алеутские о-ва (1790—1792).

1772—1775. Второе кругосветное плавание Дж. Кука для поисков Южн. материка. Открытие Куком в Океании о-ва Новая Каледония (1774) и в южн. полярной области о-ва Южн. Георгия (1775).

1774. Открыто Петербургское высшее горное училище.

1774. Французский геолог Н. Демаре, изучая древний вулканизм в Центр. Франции, установил тесную связь базальтовых покровов с потухшими вулканами Оверни. Он же составил первую геологическую карту Центр. Франции.

1776—1780. Третье кругосветное плавание Дж. Кука. Кук открыл в 1778 г. Гавайские, или Сандвичевы, о-ва, исследовал западные берега Сев. Америки, нанес на карту береговую линию протяжением в 3500 миль и пролив Беринга.

1785—1788. Кругосветное плавание французской экспедиции Франсуа Лаперуза с целью исследовать побережье Сев. Америки и Вост. Азии, южной части Тихого океана и отыскать северный проход из Тихого океана в Атлантический. В 1788 г. Лаперуз потерпел крушение у о-вов Санта-Крус. Место гибели кораблей Лаперуза было найдено в 1828 г. экспедицией Дюмон-Дюрвиля.

1785—1794. Русская экспедиция под начальством И. Биллингса и Г. А. Сарычева для изучения Чукотского п-ова, Берингова пролива и Берингова моря, описания побережья Северо-Восточной Азии, ближайших островов и Аляски.

1788. В результате многолетнего изучения Дж. Геттоном горных пород появился его труд «Теория Земли». Основным в теории Геттона было положение, что все горные породы прямо или косвенно образовались под влиянием внутреннего тепла Земли. Последователи Геттона получили наименование вулканистов или плутонистов.

1791. Немецкий геолог А. Вернер выдвинул примитивную теорию нептунизма, согласно которой все горные породы, в том числе и изверженные, образовались из осадков на дне морей. Идеи Вернера получили широкое распространение и затормозили развитие геологии на рубеже XVIII—XIX вв. Он же разработал классификацию горных пород и минералов по внешним признакам.

1798. Англичанин Джордж Басс в открытой шлюпке совершил плавание вдоль побережья Австралии и прошел проливом, отделяющим Австралию от Тасмании. Пролив впоследствии был назван его именем.

1799—1804. Экспедиция немецкого натуралиста-географа А. Гумбольдта и французского ботаника Э. Бонплана в Южн. Америку. Гумбольдт — первый ученый, подробно описавший тропические области Южн. Америки.

1800—1806. Посещение и исследование русскими Новосибирских о-вов; Яковом Санниковым — Столбо-

вого (1800) и Фаддеевского (1805), а промышленниками Семеном и Яковым Сыроватовскими — о-ва Новая Сибирь (1806).

1803—1806. Первое кругосветное плавание русских моряков на кораблях «Надежда» и «Нева» под командованием капитан-лейтенантов И. Ф. Крузенштерна и Ю. Ф. Лисянского, положившее начало многим русским кругосветным плаваниям.

1807—1809. Кругосветное плавание лейтенанта В. М. Головнина на военном шлюпе «Диана», посланном для исследования и открытий в северной части Тихого океана и установления пути из России на Дальний Восток.

1809. Крупнейший русский минералог В. М. Севергин подготовил и опубликовал капитальную сводку «Опыт минералогического землеописания государства Российского». Этот труд был первым обзором геологического строения целого государства.

1812. Вышел капитальный труд Ж. Кювье «Рассуждение о переворотах на земной поверхности». В этой работе Кювье выдвинул теорию катастроф, вследствие которых уничтожался весь органический мир на Земле, а затем появлялись новые формы жизни.

1813. Английский геодезист В. Смит впервые составил геологическую карту Англии с разделением горных пород по возрасту. Этот принцип составления геологических карт в основном сохранился до сих пор.

1813. Первое путешествие во внутренние области Австралии английских колонистов Г. Блексленда и У. Уэнтворта. Переход ими Голубых гор и проникновение в глубь материка послужили началом организации ряда экспедиций для исследований внутренних областей Австралии.

1815—1818. Кругосветное плавание лейтенанта О. Е. Коцебу на бриге «Рюрик» для отыскания прохода из Тихого океана в Атлантический через Ледовитый океан вдоль северных берегов Америки. Коцебу открыл несколько островов, много заливов, описал северо-западное побережье Аляски, но обе его попытки обогнуть Америку с севера и пройти в Атлантический океан окончились неудачей из-за встречи с тяжелыми льдами.

1816—1855. Градусное измерение дуги меридиана русскими астрономами и геодезистами В. Я. Струве и К. И. Теннером от Финского залива до устья Дуная.

1817. В Петербурге основано минералогическое общество.

1817—1819. Кругосветное плавание капитана В. М. Головнина на шлюпе «Камчатка» для обследования северо-западного побережья Америки и установления пути на Дальний Восток из России мимо мыса Горн.

1819—1821. Кругосветное плавание «Южной дивизии» в составе шлюпов «Восток» и «Мирный» под командованием капитана Ф. Ф. Беллинсгаузена и лейтенанта М. П. Лазарева. Экспедиция, направленная для исследований в высоких широтах южного полушария, открыла в 1820 г. Антарктический материк, а в 1821г.— о-в Петра I и Землю Александра I.

1819—1822. Кругосветное плавание «Северной дивизии» в составе шлюпов «Открытие» и «Благонамеренный» под командованием капитана М. Н. Васильева и капитана Г. С. Шишмарева. Экспедиция была послана для открытия прохода из Тихого океана в Атлантический и для обследования тихоокеанских берегов Сев. Америки и северного побережья Азии. Корабли дважды безуспешно пытались обогнуть Америку с севера. Экспедиция открыла о-в Нунивак в Беринговом море у берегов Аляски и частично обследовала северо-западные берега Америки и северо-восточные берега Азии.

1820. Горный инженер Е. П. Ковалевский провел первое крупное исследование геологического строения Донбасса.

1821—1824. Четырехкратное полярное плавание лейтенанта Ф. П. Литке на бриге «Новая Земля» с целью обследования и описания о-вов Новая Земля и выяснения возможности плавания к берегам Сибири по Карскому морю.

1823—1826. Второе кругосветное плавание капитан-лейтенанта Коцебу на военном шлюпе «Предприятие». Открытие группы о-вов Беллинсгаузена и нескольких островов из группы Маршалловых.

1826—1829. Кругосветное плавание Ф. П. Литке на военном шлюпе «Сенявин» для исследований в Тихом океане и описания берегов Камчатки. В группе Каролинских о-вов в 1829 г. Литке открыл 12 новых, носящих ныне имя Сенявина.

1826—1829. Французская кругосветная экспедиция Жюля Дюмон-Дюрвиля, посланная в южные моря для поисков экспедиции Лаперуза.

1828. Вышел первый том сочинений Ж. Кювье о позвоночных ископаемых, положивший начало новой науке — палеонтологии.

1829—1833. Английская полярная экспедиция Джона Росса установила местонахождение магнитного полюса (1831) северного полушария.

1831—1832. Два судна английского мореплавателя Джона Биско обошли вокруг Антарктиды. Экспедиция открыла Землю Эндерби, Землю Грейама и о-ва Биско.

1831—1836. Путешествие знаменитого английского натуралиста Чарлза Дарвина вокруг света на корабле «Бигль».

1837—1840. Вторая французская кругосветная экспедиция Жюля Дюмон-Дюрвиля с целью установить местоположение магнитного полюса южного полушария. Дюмон-Дюрвиль открыл в Антарктиде Землю Адели и несколько островов.

1839—1843. Английская южнополярная экспедиция Джемса Росса с целью найти местоположение магнитного полюса южного полушария. Экспедиция дошла до широты 78°4′ и в 1841 г. открыла море, названное впоследствии именем Росса.

1845. Основано Русское географическое общество в Петербурге.

1845—1848. Английская экспедиция Джона Франклина отправилась на поиски Северо-Западного прохода из Атлантического океана в Тихий; все участники экспедиции погибли.

1848—1855. Кругосветное плавание капитан-лейтенанта Г. И. Невельского на военном транспорте «Байкал» (1848—1849); Амурская экспедиция Невельского (1849—1855) установила, что Сахалин — остров и р. Амур доступна для судов с моря.

1849—1873. Экспедиции английского путешественника Д. Ливингстона в Южн. и Центр. Африке.

1850—1854. Английская экспедиция Р. Мак-Клюра прошла на нартах Северо-Западным проходом (1853) из Тихого океана в Атлантический вдоль побережья Сев. Америки.

1856—1857. Путешествие в Тянь-Шань П. П. Семенова — первого русского ученого, проникшего в эту неисследованную горную страну.

1859. Вышло сочинение Чарлза Дарвина «О происхождении видов».

1864—1866. Исследования П. А. Кропоткина в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

1864—1868. Путешествие Н. А. Северцова и исследование им Тянь-Шаня.

1867—1869. Исследование Н. М. Пржевальским Уссурийского края, описанного им в книге «Путешествие в Уссурийский край» (1870).

1868—1871. Два путешествия А. П. Федченко в Среднюю Азию: исследование Ферганы и открытие Заалайского горного хребта.

1870—1873. Первое путешествие Н. М. Пржевальского по Центр. Азии. Исследование Вост. Монголии, оз. Кукунор, Цайдама и пустыни Гоби.

1871—1883. Путешествия Н. Н. Миклухо-Маклая на Новую Гвинею и исследование им побережий острова.

1872—1876. Путешествия А. И. Воейкова по Западной Европе, Америке, Индии, Цейлону, Китаю, Яве и Японии.

1872—1876. Английская океанографическая экспедиция на корвете «Челленджер», исследовавшая Атлантический, Индийский и Тихий океаны.

1873. Австро-Венгерская полярная экспедиция Юлиуса Пайера и Карла Вайпрехта открыла Землю Франца-Иосифа.

1874—1875. Исследования Н. Н. Миклухо-Маклая на п-ове Малакка и открытие неизвестного племени орансакай (1874).

1874—1880. Путешествия в Среднюю Азию И. В. Мушкетова. Исследование им оз. Иссык-Куль, Тянь-Шаня, Памиро-Алая и западной части пустыни Кызылкум.

1874—1889. Путешествия Генри Стэнли по Центр. Африке. Он дважды пересек Африканский материк: в 1874—1877 гг.— с востока на запад и в 1887—1889 гг.— с запада на восток.

1876—1877. Второе путешествие Н. М. Пржевальского по Центр. Азии. Исследование р. Тарим, оз. Лобнор и хребта Алтынтаг.

1876—1899. Путешествия Г. Н. Потанина по Монголии, Китаю, окраинам Тибета и Большому Хингану.

1877—1887. Путешествия русских исследователей Средней Азии Н. А. Северцова (1877—1878), Г. Е. Грумм-Гржимайло (1884—1887) и др.

1878. В Париже состоялся Международный геологический конгресс.

1878—1879. Шведская экспедиция Адольфа Норденшельда впервые прошла Северо-Восточным морским путем (с зимовкой в пути) из Атлантического океана в Тихий вдоль северного побережья Европы и Азии на корабле «Вега».

1879—1880. Третье путешествие Н. М. Пржевальского по Центр. Азии и Тибету; открытие истоков р. Хуанхэ (Желтой).

1879—1881. Арктическая экспедиция на судне «Жаннета» под начальством Джорджа Де-Лонга на поиски экспедиции Норденшельда. «Жаннета» затонула после сильного сжатия льдов. Большинство участников экспедиции, в том числе Де-Лонг, погибли от голода.

1879—1887. Исследования русского путешественника В. В. Юнкера в Центр. Африке.

1882—1883. 1-й Международный полярный год.

1883—1909. Вышел основной научный труд Э. Зюсса «Лик Земли» в 3 томах. В этом сочинении Зюсс подвел итог геологическим знаниям на рубеже XIX — XX вв.

1883—1885. Четвертое путешествие Н. М. Пржевальского по Центр. Азии, к истокам Хуанхэ и в Сев. Тибет. Это путешествие было ознаменовано Академией наук выпуском золотой медали в честь Пржевальского с надписью на оборотной стороне: «Первому исследователю природы Центральной Азии. 1886 год».

1886—1889. Кругосветное плавание капитана С. О. Макарова на корвете «Витязь» для гидрологических исследований в Тихом океане.

1886—1906. В результате геологического изучения Средней Азии вышел капитальный труд И. В. Мушкетова «Туркестан» в 2 томах. В этом сочинении Мушкетов дал первую научную схему геологического строения Средней Азии.

1893—1895. Путешествие В. И. Роборовского и П. К. Козлова по Центр. Азии. Исследование Роборовским Западного Нань-Шаня, а Козловым — Восточного.

1893—1896. Норвежская экспедиция Фритьофа Нансена на корабле «Фрам» к Северному полюсу. Дрейфующими льдами «Фрам» был отнесен к 85°56′ с.ш. (1895). Во время дрейфа Нансен вел биологические наблюдения, изучал движение льда, исследовал глубины и течения Ледовитого океана.

1899. Плавание ледокола «Ермак» под руководством вице-адмирала С. О. Макарова в полярных льдах в районе Шпицбергена. Первое в мире применение ледокола для полярных исследований.

1899—1901. Путешествие П. К. Козлова в Центр. Азию: исследование пустыни Гоби, верхнего течения рр. Меконга и Янцзы.

1900—1902. Русская полярная экспедиция Э.В. Толля на шхуне «Заря» к Новосибирским о-вам. В 1902 г. Толль покинул шхуну «Заря» и пропал без вести.

1901. Экспедиция вице-адмирала С. О. Макарова на ледоколе «Ермак» на Новую Землю и Землю Франца-Иосифа.

1902—1903. Путешествия В. К. Арсеньева по Южн. Приморью.

1902—1904. Английская экспедиция Роберта Скотта в Антарктику на судне «Дисковери».

1903—1906. Норвежская экспедиция Руала Амундсена на судне «Йоа» впервые прошла морским путем с востока на запад от Гренландии до Аляски (с тремя зимовками) и провела исследования Северо-Западного прохода.

1906—1910. Путешествия В. К. Арсеньева по Уссурийскому краю и исследование им горной области Сихотэ-Алинь.

1907—1909. Английская экспедиция лейтенанта Эрнста Шеклтона к Южному полюсу обнаружила магнитный полюс южного полушария (1909).

1907—1909. Монголо-Сычуаньская экспедиция П. К. Козлова, открывшая в 1908 г. в Монголии мертвый город Хара-Хото.

1907—1911. Новоземельские экспедиции В. А. Русанова, в результате которых описаны и нанесены на карту западные берега о-вов Новой Земли, собраны обширные геологические, палеонтологические и другие материалы. В 1908 г. Русанов дважды пересекал Северный о-в Новой Земли.

6 апреля 1909 г. Американская экспедиция Роберта Пири достигла Северного полюса.

14 дек. 1911 г. Норвежская экспедиция Р. Амундсена достигла Южного полюса.

17 янв. 1912 г. Английская экспедиция Роберта Скотта достигла Южного полюса. На обратном пути в марте 1912 г. Скотт и его спутники погибли.

1912—1914. Экспедиция В. А. Русанова на судне «Геркулес» на о-в Шпицберген и далее к проливу Беринга. Русанов и его спутники пропали без вести. В 1934—1936 гг. советские гидрографы обнаружили у западного берега п-ова Таймыр остатки лагеря экспедиции В. А. Русанова.

1912—1914. Первая русская экспедиция к Северному полюсу Г. Я. Седова на судне «Св. Фока». Г. Я. Седов погиб на пути к полюсу, недалеко от о-ва Рудольфа.

1912—1914. Экспедиция лейтенанта Г. Л. Брусилова на шхуне «Св. Анна» с целью прохода северным путем через Югорский Шар и вдоль побережья Сибири в Тихий океан. Шхуна, вероятно, была затерта льдами.

1913—1915. Экспедиция Б. Вилькицкого на судах «Таймыр» и «Вайгач» открыла Северную Землю. Корабли с зимовкой прошли Северным морским путем с востока на запад.

1914. Русский лётчик И. И. Нагурский впервые в истории авиации совершил несколько полетов на гидросамолете над полярными льдами.

1918. Декрет В. И. Ленина об организации гидрографической экспедиции в моря Северного Ледовитого океана.

1918—1920. Норвежская экспедиция Р. Амундсена на судне «Мод» прошла по Северо-Восточному морскому пути от Норвегии до Берингова пролива.

1919. Декрет об учреждении Высшего геодезического управления, подписанный В. И. Лениным.

1919—1924. А. Д. Архангельский и И. М. Губкин руководили работами по изучению Курской магнитной аномалии.

1921. Декрет В. И. Ленина об учреждении Плавучего морского научного института для изучения северных морей. Первая экспедиция института (Плавморнин) на ледокольном пароходе «Малыгин» в Баренцево и Карское моря под руководством И. И. Месяцева.

1923—1926. Экспедиция П. К. Козлова в Сев. и Центр. Монголию.

1923—1935. Черноморская комплексная океанографическая экспедиция под руководством и по плану Ю. М. Шокальского, при непосредственном его участии с 1923 по 1926 г.

1925. Появилась гипотеза перемещения материков, изложенная геофизиком А. Вегенером.

1925—1931. Комплексная экспедиция Академии наук СССР для изучения Якутии. Открытие хребта Черского (1926).

1928. Итальянская экспедиция У. Нобиле к Северному полюсу на дирижабле «Италия». Дирижабль потерпел аварию. На помощь экипажу были направлены советский ледокол «Красин» и самолеты полярной авиации. В поисках экспедиции Нобиле погиб выдающийся исследователь полярных стран Р. Амундсен.

1928—1930. Первая американская антарктическая экспедиция Р. Бэрда. Полет Бэрда на самолете на Южный полюс (1929).

1930—1932. Обследование и съемка на карту Северной Земли экспедицией Г. А. Ушакова.

1931. Первый полет в стратосферу в герметической гондоле французского ученого А. Пикара, поднявшегося на высоту около 16 *км*.

1931—1949. Вышел многотомный труд В. А. Обручева по «Истории геологического исследования Сибири».

1932—1933. 2-й Международный полярный год.

1932. Вышел капитальный труд И. М. Губкина «Учение о нефти», заложивший основы геологии нефти.

1932. Вышел капитальный труд А. Д. Архангельского «Геологическое строение и геологическая история СССР».

1932. Плавание океанографического судна «Н. Книпович» вокруг Земли Франца-Иосифа. Океанографические исследования под руководством Н. Н. Зубова.

1932. Ледокольный пароход «Сибиряков» под начальством О. Ю. Шмидта в одну навигацию прошел из Архангельска в Берингов пролив. После перехода «Сибирякова» Советское правительство вынесло решение об организации Главного управления Северного морского пути, на которое была возложена задача освоения Северной морской трассы вдоль берегов Азии.

1933. Е. М. Абалаков совершил первое восхождение на самую высокую вершину нашей страны—пик Коммунизма (7495 *м*).

1933. Г. А. Прокофьев, К. Д. Годунов и Э. К. Бирнбаум поднялись на стратостате «СССР-1» на высоту 19 *км*.

1933—1934. Плавание парохода «Челюскин» из Мурманска по Северному морскому пути. Раздавленный льдами в Чукотском море, пароход «Челюскин» затонул. Все находившиеся на судне сошли на лед и были доставлены самолетами на Большую землю. Семи летчикам — участникам спасения челюскинцев —было впервые в истории нашей Родины присвоено звание Героев Советского Союза.

1933—1935. Вторая американская антарктическая экспедиция Р. Бэрда в район Земли Мэри Бэрд, исследовавшая ледяной барьер Росса.

1934. Выдающийся полет в стратосферу П. Ф. Федосеенко, А. Б. Васенко и И. Д. Усыскина на стратостате «Осоавиахим-1». Стратонавты достигли высоты 22 тыс. *м*. При спуске экипаж погиб. Записи научных наблюдений сохранились.

1934. Плавание советского ледокола «Федор Литке» в одну навигацию из Владивостока в Мурманск.

1935. Советская океанологическая экспедиция и съемка Баренцева моря к югу от 75-й параллели под руководством Н. М. Книповича на судах «Персей» и «Н. Книпович».

1935—1938. Вышел капитальный труд академика В. А. Обручева «Геология Сибири» в 3 томах, в котором им были обобщены обширные материалы по геологии Сибири.

1936. Вычисление Ф. Н. Красовским размеров земного шара (эллипсоида) на основе градусных измерений СССР, Западной Европы и США.

1936—1940. Под руководством А. Д. Архангельского состоялись крупные комплексные экспедиции по изучению геологического строения Казахстана (1936—1938) и Европейской части СССР (1938—1940).

1937. Трансполярные беспосадочные перелеты летчиков В. П. Чкалова и М. М. Громова по маршруту Москва — Северный полюс — США.

1937—1938. Дрейф первой научно-исследовательской арктической станции «Северный полюс». И.Д. Папанин, П. П. Ширшов, Е. К. Федоров и Э. Т. Кренкель, высадившись в районе Северного полюса, прошли на дрейфующей льдине до 70°54′ с. ш. в Гренландское море. Экспедиция собрала ценные научные материалы об Арктике.

1937—1940. Дрейф ледокольного парохода «Г. Седов» из моря Лаптевых в Гренландское море. Во время дрейфа «Г. Седов» достиг 86°39′ с. ш., где не бывало еще ни одно судно.

1938. Ледокол «Ермак» поставил рекорд свободного плавания на север, достигнув 83°06′ с. ш.

1941. Полет экспедиции И. И. Черевичного в район Полюса недоступности до 81° с. ш. Экспедиция совершила три посадки на лед.

1943. Открытие топографами в Центральном Тянь-Шане пика Победы — второй по высоте вершины СССР.

1946—1950. Открытие в Северном Ледовитом океане «ледяных островов». Первый из них открыт летчиком И. Котовым в марте 1946 г. в районе северо-восточнее о-ва Врангеля.

1947. Экспедиция норвежского этнографа Тура Хейердала на плоту «Кон-Тики» через Тихий океан из порта Кальяо к о-вам Полинезии. Плавание продолжалось 101 день.

1948. В Северном Ледовитом океане открыт мощный подводный хребет, названный именем М. В. Ломоносова.

1949—1964. Советские океанографические экспедиции на научно-исследовательском судне «Витязь» в Тихом и Индийском океанах. «Витязь» совершил 39 рейсов, во время которых экспедициями были обнаружены подводные горы высотой 3—5 *км* и новые глубоководные впадины; были изучены впадины Японская, Алеутская, Яванская, Марианская; в последней обнаружена наибольшая глубина — ок. 11 022 *м* (1957). Изучались морские течения. Биологи обнаружили десятки новых донных животных.

1950—1951. Научно-исследовательская работа в Центральной Арктике дрейфующей станции «Северный полюс-2» под руководством М. М. Сомова.

1950—1952. Английская океанографическая экспедиция на судне «Челленджер II».

1951. Датская океанографическая экспедиция на судне «Галатея» для изучения глубоководных впадин Тихого океана.

29 мая 1953 г. Участники английской экспедиции — непалец из племени шерпов Тенцинг и новозеландец альпинист Хиллари — взошли на высочайшую вершину мира — г. Джомолунгму (Эверест), высота ее 8848 *м*.

1954—1956. В Якутии, в бассейне р. Вилюя, обнаружены большие промышленные месторождения алмазов.

1954—1964. Комплексное географическое изучение Центральной Арктики советскими научными дрейфующими станциями «Северный полюс». Станция «Северный полюс-13» начала дрейфовать в 1964 г.

1955—1956. В связи с подготовкой к исследованиям в Международном геофизическом году в 1955 г. была послана в Антарктиду советская комплексная антарктическая экспедиция Академии наук СССР во главе с М. М. Сомовым на дизель-электроходах «Обь» и «Лена». В 1956 г. на берегу моря Дейвиса были построены обсерватория и поселок Мирный. В 1956 г. в Антарктиде были организованы новые научные станции «Пионерская» и «Оазис».

1 июля 1957 г.— 31 декабря 1958 г. Международный геофизический год. Ученые 67 стран на 4 тыс. станций, на десятках океанографических судов во многих экспедициях вели исследования Земли по единой программе. В 1957 г. в Антарктиде открыты станции: Восток-1, Восток, Комсомольская, а в 1958 г.— Советская. Все станции произвели большие работы по изучению Антарктиды. Американские ученые создали научную станцию Амундсен — Скотт. Другие страны также организовали научные станции на материке и островах антарктического архипелага.

4 октября 1957 г.—3 ноября 1957 г. В Советском Союзе произведен запуск первого в мире искусственного спутника Земли весом 86 *кГ*, а затем произведен запуск второго искусственного спутника Земли весом 508,5 *кГ*. В герметический контейнер последнего спутника была помещена собака.

5 декабря 1957 г. В Ленинграде спущен на воду первый атомный ледокол «Ленин».

31 января 1958 г. В США произведен запуск первого американского спутника Земли.

1 июля 1958 г. — 31 декабря 1959 г. Решено продолжить Международный геофизический год, назвав этот период годом Международного геофизического сотрудничества.

14 декабря 1958 г. В Антарктиде основана новая советская научная станция — Полюс недоступности.

12 сентября 1959 г. Произведен запуск советской космической ракеты в сторону Луны; 14 сентября ракета прошла вблизи Луны и доставила на Луну государственный вымпел Советского Союза.

4 октября 1959 г. Осуществлен запуск космической ракеты в сторону Луны. На ней была установлена автоматическая межпланетная станция, с помощью которой была сфотографирована невидимая с Земли сторона Луны.

1959—1964. Научно-исследовательские рейсы совершали экспедиционные суда «Академик Сергей Вавилов» в Средиземное море и «Михаил Ломоносов» в Атлантической океан.

1959—1964. Для исследования в Тихом и Индийском океанах спущены на воду новые научно-исследовательские суда «А. И. Воейков» (1959) и «Ю. М. Шокальский» (1960), которые с успехом совершают рейсы в малоизвестные районы океанов.

1960—1961. Первая арктическая высокоширотная экспедиция атомного ледокола «Ленин».

12 февраля 1961 г. Произведен запуск советского тяжелого искусственного спутника Земли. Со спутника стартовала управляемая космическая ракета, которая вывела автоматическую межпланетную станцию на траекторию к планете Венера. 27 февраля связь с автоматической межпланетной станцией прекратилась.

Март 1961 г. Образован Международный союз научных геологических учреждений.

12 апреля 1961 г. Советский летчик-космонавт Ю. А. Гагарин на космическом корабле «Восток» впервые в мире проник в космос и совершил один виток вокруг Земли.

6—7 августа 1961 г. Советский летчик-космонавт Г. С. Титов на космическом корабле «Восток-2» за 25 часов 18 минут облетел более 17 раз вокруг земного шара.

1961. Геологические исследования Академии наук СССР позволили уточнить некоторые вопросы истории Земли. Была установлена длительность рифейского периода в 900 млн. лет.

20 февраля 1962 г. В США запущен на орбиту Земли космический корабль «Френдшип VII» с астронавтом Джоном Х. Гленном-младшим. После одного оборота вокруг Земли корабль был спущен в Атлантический океан и выловлен.

24 мая 1962 г. В США состоялся запуск спутника «Аврора VII» с астронавтом М. Карпентером на борту. После трех оборотов вокруг Земли корабль был спущен в Атлантический океан и выловлен.

11 и 12 августа 1962 г. Могучие советские ракеты вывели на орбиту вокруг Земли корабли-спутники «Восток-3» и «Восток-4», пилотируемые летчиками-космонавтами Николаевым А. Г. и Поповичем П. Р. Впервые в мире был совершен многодневный групповой полет вокруг Земли. Приземление кораблей состоялось 15 августа.

1 ноября 1962 г. Запущена советская космическая ракета в сторону планеты Марс. На борту ракеты установлена автоматическая межпланетная станция «Марс-1».

Январь 1963 г. Подводная атомная лодка «Ленинский комсомол» дважды прошла подо льдами Северного полюса.

15—17 мая 1963 г. Запущен американский космический корабль «Фейт-VII» с космонавтом Гордоном Купером на борту. Корабль сделал 22 витка вокруг земного шара и совершил посадку в районе о-ва Мидуэй в Тихом океане.

14 июня 1963 г. На орбиту вокруг Земли выведен космический корабль «Восток-5» с космонавтом В. Ф. Быковским.

16 июня 1963 г. На орбиту вокруг Земли выведен космический корабль «Восток-6», пилотируемый первой в мире женщиной-космонавтом В. В. Терешковой. Начался совместный второй групповой полет космонавтов вокруг Земли, успешно окончившийся 19 июня 1963 г.

1 ноября 1963 г. Впервые в мире осуществлен в Советском Союзе запуск маневрирующего космического корабля «Полет-1».

20—30 ноября 1963 г. Трансконтинентальный перелет на самолете «ИЛ-18» Москва—Антарктида (Мак-Мёрдо).

30 января 1964 г. В Советском Союзе осуществлен запуск в космос с помощью одной ракеты-носителя на разные орбиты двух больших научных станций «Электрон-1» и «Электрон-2».

1 февраля 1964 г. Советский санно-гусеничный поезд достиг в Антарктиде Полюса недоступности.

ЧТО ЧИТАТЬ ПО ГЕОГРАФИИ И ГЕОЛОГИИ

Что кроется за географическим названием? Что таится в подводной глубине? Какие законы управляют воздушными течениями? Можно ли предвидеть землетрясения? Что нужно сделать, чтобы стать географом-путешественником? Вопросов много. В поисках ответа вы берете учебник, научно-популярную книгу, обращаетесь к статье в Детской энциклопедии, каждый том которой заканчивается списком рекомендуемой литературы. Если вы увлечены космонавтикой или радиоделом, историей путешествий или кибернетикой, биографией писателя или теорией о происхождении Земли — вы найдете в соответствующем томе Детской энциклопедии не только статью, но и указание, какие книги можно прочитать по интересующему вопросу.

Какая литература рекомендуется Детской энциклопедией? Прежде всего это зависит от содержания науки, которой посвящен том. В большинстве случаев читателю предлагается научно-популярная литература, в которой достаточно просто, доступно излагаются данные той или иной науки.

В списках рекомендуемой литературы вы встретите и художественные произведения: романы, повести, рассказы. Каждый знает, что книга В. К. Арсеньева «Дерсу Узала»— увлекательное художественное произведение. Еще бы! Ведь все, что вы читаете, зримо проходит перед вашими глазами: вместе с Арсеньевым вы боретесь с пургой, замираете с ружьем в руках при встрече с тигром. Ведь не случайно многие ребята говорят: «Дерсу Узала — мой любимый герой». А вместе с тем книга Арсеньева написана ученым, путешественником и посвящена описанию научной экспедиции. Как видите, понятия *научная* и *художественная литература* очень близки. В основе художественного произведения часто лежат подлинные события, а героями его являются действительные, а не придуманные автором люди.

Вот один пример: в седьмых классах, а иногда и раньше вы с жадностью читаете увлекательную книгу В. Каверина «Два капитана». Кто из вас не восхищался подвигом капитана Татаринова? Как вы были счастливы, когда Саня Григорьев все-таки нашел следы его экспедиции. Но знаете ли вы, что капитан Татаринов — это обобщенный художественный образ двух знаменитых русских полярников — Седова и Брусилова, отдавших свою жизнь за открытие и освоение новых путей в Ледовитом океане? В той же книге Каверина есть глава «Читаю дневники»— это о том, как Саня Григорьев с неимоверным трудом разбирал дневник Климова. Штурмана Климова писатель придумал, но если вы знаете дневник штурмана Альбанова, участника экспедиции Брусилова, то вы с удивлением обнаружите огромное сходство в судьбах выдуманного героя художественной книги — штурмана Климова и подлинного, действительно существовавшего полярника — штурмана Альбанова.

Многие учащиеся V—VI классов полюбили книгу Ю. Томина «Поиски Атлантиды». О самой Атлантиде там дается немного сведений, ведь у героев книги, кроме поисков исчезнувшего материка, есть другие увлекательные дела. Но после того как вы закроете последнюю страницу книги, вам непременно захочется прочесть что-нибудь об Атлантиде. Вот тогда-то вам и придут на помощь научно-популярные книги. Например, книга Е. В. Андреевой «В поисках затерянного мира»[1].

Так и получается: художественная книга ведет за собой чтение научно-популярной, а научно-популярная книга помогает лучше понять художественную. Но и художественную книгу, как и научно-популярную, надо уметь вдумчиво, правильно читать. Не каждый, кто читает бегло и даже, как говорят, «с выражением», имеет право сказать: «Да, я умею читать». Умение читать внимательно, вдумчиво, глубоко разбираясь в содержании книги, дается не сразу. Не каждая научно-популярная книга с первых страниц увлечет вас. В ней могут встретиться и новые для вас слова, и новые понятия. Бывает и так, что приходится вчитываться в каждую фразу, нужно сделать над собой усилие, чтобы разобраться в том, о чем говорится в книге. Особенно важно это помнить читателю, впервые обращающемуся к научно-популярной книге.

Среди читателей первого тома Детской энциклопедии «Земля» есть немало ребят, мечтающих о профессии геолога или географа. Ведь эти профессии связаны с увлекательными открытиями, с путешествиями. А известны ли вам слова Н. М. Пржевальского о судьбе ученого, посвятившего свою жизнь поискам и открытиям? Он писал: «Не ковром там будет постлана ему дорога, не с приветливой улыбкой встретит его дикая пустыня, и не сами полезут ему в руки научные открытия. Нет! Ценою тяжелых трудов и многоразличных испытаний, как физических, так и нравственных, придется заплатить за первые крохи открытий». Но чтобы готовить себя к такой работе, нужно быть не только сильным, мужественным, надо еще очень много знать. Приобрести знания помогут вам книги.

Обычно в каждой географической книге есть карты. Если их нет, возьмите атлас и найдите нужную карту, ознакомьтесь с маршрутом, и только тогда вы по-настоящему совершите путешествие вместе с героями книги. Пользуйтесь словарями и справочниками. Чтобы оценить мужество первых русских мореплавателей, нужно ясно представлять себе, что такое кочи, на которых они шли в дальние морские походы. Читая о старинных мореплавателях, надо знать, чем отличались друг от друга суда: бриг, каравелла, фрегат. Обо всем этом вы можете узнать из словаря, который обычно помещается в конце таких книг.

---

[1] См. в списке литературы раздел «Как изучали земной шар».

В списке литературы к 1 тому ДЭ вы найдете различные книги. Они сгруппированы соответственно основным разделам данного тома.

Какие сведения о книгах дает вам список литературы? Прежде всего каждая книга имеет библиографическое описание. Это значит, что вы узнаете, кто автор книги, ее заглавие, в каком городе, каким издательством и когда она издана, сколько в ней страниц, есть ли иллюстрации и карты. В самом конце описания в скобках иногда указывается название серии. Например, «Путешествия. Приключения. Фантастика», или «Замечательные географы-путешественники», или «Б-ка школьника». Если вам понравятся книги какой-либо серии, вы можете потом следить за появлением новых выпусков и собирать их у себя в домашней библиотеке.

Кроме библиографического описания, многие книги получают еще аннотацию, т. е. краткую характеристику, где говорится о содержании книги, иногда даются сведения об ее авторе. Ведь интересно, например, узнать, что книга создана человеком, который сам пережил все, о чем он пишет. В библиографическом описании или аннотации указывается, учащимся каких классов рекомендуется прочесть эту книгу. Однако это не значит, что вы точно должны придерживаться этих указаний. Мы имеем в виду общий уровень знаний, который бывает у школьников определенного класса. А если вы давно увлекаетесь географией и геологией, читаете книги по этим дисциплинам, то, конечно, справитесь с книгой, предназначенной и для более старшего возраста.

Мы стремились рекомендовать лучшие, наиболее интересные книги. Но вам следует помнить, что сведения в научно-популярных книгах быстро стареют. Из года в год растет число научных экспедиций. В пустынях и горах, в тундрах и на морском дне работают изыскатели. Идут геологи, дрейфуют на льдинах полярники, плывут научно-исследовательские суда. А чем шире фронт работ, тем больше открытий. Вот почему наука «обгоняет» научно-популярные книги. Правда, они от этого не становятся ненужными или неинтересными. Очень важен и сегодняшний день науки, и ее прошлое.

Для того чтобы следить за последними достижениями науки, надо внимательно читать газеты и журналы. Те, кто любят географию, следят за журналом «Вокруг света». Отдельные интересные сведения из области географии встречаются в журналах «Юный натуралист», «Пионер», «Костер» и др.

Земля как планета и ее изображение на карте

Волков А. М. Земля и небо. Занимательные рассказы по географии и астрономии. Рис. Б. Кыштымова. М., Детгиз, 1957. 192 стр.

Увлекательно и просто даны в этой книге самые необходимые знания о Земле, Солнце, звездах и кометах. Узнаете вы также о великих путешественниках и ученых, чьим трудам человечество обязано знаниями о Земле, о странах света, о счете времени, о том, как велик земной шар (V—VI кл.).

Куницкий Р. В. День и ночь. Времена года. Изд. 3. М., Гостехиздат, 1954. 32 стр. с илл. (Науч.-просвет. б-ка).

Автор очень просто объясняет, почему за днем всегда следует ночь, как происходит смена времен года. Он рассказывает, как людям удалось установить, что Земля — шар, который вращается вокруг своей оси и движется вокруг Солнца, и какое положение занимает Земля во Вселенной (VI—VII кл.).

Бублейников Ф. Д. Земля и маятник. М., Детгиз, 1957. 125 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Вы познакомитесь с одной из самых молодых наук о Земле — с геофизикой. Содружество геологии, физики и математики позволяет изучать физические свойства Земли, проникать в тайны ее внутреннего строения. Среди чувствительных и точных приборов, которыми располагают ученые-геофизики, почетное место занимает обыкновенный маятник (отвес). В книге рассказывается об истории его открытия итальянским ученым Галилеем в XVI в. (VII—VIII кл.).

Узин С. В. Тайны географических названий. М., Географгиз, 1961. 104 стр.

Из этой книги вы можете узнать, откуда произошли географические названия: Юкатан, Амазонка, Босфор, Эгейское море и др. (V—VIII кл.).

Шейкин А. Л. Повесть о карте. Л., Детгиз, 1957. 142 стр. с илл. и карт.

Автор рассказывает, кому и для чего нужна карта, приводит интересные сведения из истории ее создания (V—VIII кл.).

Федосеев Г. А. Тропою испытаний. Повесть. М., Детгиз, 1961. 287 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Писатель и геодезист Г. А. Федосеев рассказывает об одной из своих многочисленных экспедиций, о том, как он исследовал тайгу и горные массивы, прилегающие к Охотскому морю, чтобы создать карту нового неисследованного района. Когда прочтете эту увлекательную книгу, вы поймете, что путь геодезиста часто превращается в «тропу испытаний» (V—VIII кл.).

Шур Я. И. Верный путеводитель. Рассказы о компасе. М., Детгиз, 1956. 208 стр. с илл.

Главный «герой» этой интересной и увлекательной книги — компас. Школьники узнают, как его изобрели, почему Земля притягивает магнитную стрелку и почему она отклоняется, что такое магнитное поле Земли, чем отличается магнитный компас от гироскопического (VI—VIII кл.).

Строение Земли и ее история

Альтшулер С. В. Рассказ семи ученых. Рис. А. Никонова. М., «Детский мир», 1961. 63 стр.

О возникновении Земли, ее внутреннем строении и о том, как появились первые люди, рассказывается в этой книге (V—VI кл.).

Шер С. Д. По страницам каменных летописей. Рассказы о геологическом прошлом нашей Родины, о ее полезных ископаемых и о разведчиках недр. М., Детгиз, 1958. 176 стр. с илл. (VI—VIII кл.).

Бублейников Ф. Д. Тайны Земли. Под ред. Д. И. Щербакова. М., «Московский рабочий», 1958. 136 стр. с илл. и карт.

Автор рассказывает о внутреннем строении Земли, изменении рельефа, образовании залежей руды, угля и нефти (VI—VIII кл.).

Максимович Г. А. и Максимович Н. А. Свидетели прошлого (О чем рассказывают камни). М., Гостехиздат, 1955. 32 стр. с илл. (Науч.-просвет. б-ка).

Изучая камни, ученые узнают, как на протяжении многих миллионов лет изменялся рельеф земной поверхности, климат, как образовались залежи полезных ископаемых, из чего состоят другие планеты Вселенной.

Нужно только уметь прислушаться к тому, о чем говорят камни. Авторы рассказывают, как люди научились разбирать «язык» камней (VII—VIII кл.).

Малахов А. Под покровом мантии. М., «Молодая гвардия», 1964. 204 стр с илл.

О поисках и исследованиях геологов, изучающих земные недра, о различных гипотезах строения Земли (VII—VIII кл.).

Белоусов В. В. Земля, ее строение и развитие. М., Изд-во АН СССР, 1963. 152 стр. с илл.

Из чего состоит земная кора? В результате каких процессов изменился ее облик? Как зародились материки и океаны? На эти вопросы отвечает книга члена-корреспондента Акад. наук В. В. Белоусова (VII—VIII кл.).

Обручев В. А. Происхождение гор и материков. М., Детгиз, 1956. 126 стр. (Школьная б-ка).

Академик В. А. Обручев живо и образно рассказывает о том, что́ собой представляет поверхность Земли, как и когда образовались материки, из чего состоят горы, как они разрушаются и возрождаются (VII—VIII кл.).

Кастере Н. Тридцать лет под землей. Пер. с франц. М., Географгиз, 1959. 166 стр. с илл. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

Из книги известного французского исследователя вы узнаете о приключениях, которые пришлось испытать автору, изучая пещеры. Своих детей с малолетнего возраста Кастере приучал не бояться пещер, и они стали надежными помощниками в его трудных и рискованных экспедициях (VI—VIII кл.).

Адабашев И. И. Разум против стихии. М., «Молодая гвардия», 1962. 271 стр. с илл. и карт.

В далеком прошлом человек испытывал панический страх перед землетрясениями, засухами, наводнениями и т. д. И в наше время стихийные бедствия приносят еще немало страданий людям. Борьбу с ними ученые начинают с изучения и познания их. Борьбе разума против стихии и посвящена эта книга (VII—VIII кл.).

Шалимов А. И. Пульс Земли (Очерки о землетрясениях). Рис. Б. Пятунина. Л., Детгиз, 1957. 86 стр. (В помощь школьнику).

Цель этой небольшой увлекательной книги — показать, как упорно работают ученые над разгадкой тайн землетрясений, рассказать о том, что им удалось уже сделать и как много еще предстоит узнавать, исследовать, решать (V—VIII кл.).

Апродов В. А. Дыхание земли. Вулканы и землетрясения. М., Географгиз, 1963. 112 стр. (VII—VIII кл.).

Обручев В. А. Занимательная геология. М., Изд-во АН СССР, 1961. 367 стр. с илл.

«Геология учит нас смотреть открытыми глазами на окружающую природу и понимать историю ее развития». Занимательно и живо обо всем этом рассказывает академик Обручев.

Отдельные главы книги называются «О чем шепчет ручеек, текущий по оврагу», «Как работает вода под Землей», «Почему то здесь, то там трясется Земля?» (VII—VIII кл.).

Тазиев Гарун. Встречи с дьяволом. Пер. с франц. М., Изд-во иностр. лит., 1961. 102 стр. с илл.

Бельгийский вулканолог Г. Тазиев взбирался на огнедышащие вершины, спускался в кратеры вулканов в различных частях света. На дне кратера, в когтях у «дьявола», он с увлечением вел работу кинооператора и ученого и чувствовал страх, тогда ... когда работа кончалась. В книге много цветных фотографий — кадров из фильма «Встречи с дьяволом» (VII—VIII кл.).

Александрова В. Д. Сила земли. Рассказы о почве. Рис. Б. Крейцера. Л., Детгиз, 1958. 183 стр. (В помощь школьнику) (V—VII кл.).

Гавеман А. В. Слой жизни. М., Детгиз, 1962. 143 стр.

В обеих книгах вы найдете ответы на вопросы: что за сила заложена в земле, если из нее каждый год заново могут вырастать на лугах травы, а деревья разрастаться до огромных размеров? Почему народы разных стран называли землю матерью? Что такое плодородие земли? Существует ли почва на других планетах? Может ли почва быть ядовитой (V—VIII кл.).

Полезные ископаемые и как их ищут

Дижур Б. А. Фонарь Земли. Рис. Л. И. Дурасова. М., Детгиз, 1961. 189 стр. с илл.

Герои этой книги—и советские геологи с «волшебными» приборами, «фонарями земли», которые помогают им заглянуть в глубь земли, и сказочные гномы с маленькими фонариками в руках. Рассказ о поисках минералов в Тургайской степи, на месте древнего исчезнувшего пролива, перемежается с забавной сказкой о гномах—друзьях рудокопов (V—VI кл.).

Гроденский Г. П. Уральская кладовая. (По Ильменскому заповеднику). Рис. В. Шевченко. Л., Детгиз, 1962. 124 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Читая эту книгу, вы совершите замечательное путешествие по природному музею Урала — Ильменскому заповеднику. В нем нашли 144 минерала, из них 50 редчайших. Этот заповедник служит сейчас живым учебником для геологов, минералогов и студентов (VI—VII кл.).

Рич В. И., Черненко М. Б. Третий полюс. (Повесть о курском железе). Рис. В. Михайлова. М., Детгиз, 1960. 160 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Об открытии самого большого в мире железного клада, о том, как добывают руду, как вода стала другом человека на шахте, и о многом другом (VI—VII кл.).

Осипов И. З. Сокровище Черных скал. М., Детгиз, 1956. 142 стр. с илл.

Эта книга рассказывает о каспийской нефти в районе Черных скал, о советских тружениках, сумевших создать далеко в море нефтяной промысел и построить за 100 *км* от берега целый город на стальных сваях (VI—VIII кл.).

Жемчужников Ю. А. и Гор Г. С. Каменный уголь. Рис. В. Гамби и Ю. Лобичева. Л., Детгиз, 1956. 77 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Книга о том, как образуется каменный уголь, как его добывают, какие разнообразные продукты из него получают (VI—VIII кл.).

Музис А. И. Горы без прикрас. М., Географгиз, 1961. 78 стр. с илл.

Рассказ об одной из геологических экспедиций в горах Алтая. Читатель узнает много интересного об этом богатом крае, о жизни и работе разведчиков недр (VII—VIII кл.).

Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. М., Изд-во АН СССР, 1960. 167 стр. с илл. (Науч.-попул. серия).

Увлекательные и поэтические рассказы о драгоценных камнях, уральских самоцветах, мраморе и др. Автор пишет о богатствах земных недр нашей Родины, об исследователях и прекрасных мастерах, обрабатывающих камни (VII—VIII кл.).

Ферсман А. Е. Путешествия за камнем. М., Изд-во АН СССР, 1960. 392 стр. с илл.

Выдающийся ученый увлекательно рассказывает о своих многочисленных путешествиях и экспедициях, делится впечатлениями о детских и юношеских путешествиях по Крыму, экспедициях по Уралу, Кольскому полуострову, Средней Азии (VII—VIII кл.).

Ферсман А. Е. Занимательная минералогия. М., Изд-во АН СССР, 1959. 238 стр. с илл.

Книга о чудесных свойствах камня (изменчивость цвета, сходство с растениями и животными и т. п.), о людях, которые заставляют камень служить на благо обществу (VII—VIII кл.).

Ферсман А. Е. Занимательная геохимия. Химия Земли. Изд. 4. Предисл. акад. Д. И. Щербакова. М., Изд-во АН СССР, 1959. 399 стр. с илл., 11 л. илл.

«Геохимия изучает, как ведут себя отдельные химические элементы в Земле, как они путешествуют, сочетаются друг с другом, образуя твердые минералы, как снова, растворяясь, становятся подвижными». Так автор определяет задачи молодой науки геохимии, одним из основателей которой он является сам (VII—VIII кл.).

Яковлев А. А. Жизнь Земли. Рис. М. Гетманского. М., Детгиз, 1959. 157 стр. с илл.

Может ли камень расти, жить, умирать? Сколько лет нашей планете? Падают ли звезды? Когда возникла жизнь на Земле и появился человек? На все эти и многие другие вопросы вам ответит эта книга. В заключение вы найдете практические советы, как организовать геологические походы, собирать образцы горных пород, составлять коллекции (VII—VIII кл.).

Боксерман Ю. И. Невидимое топливо. М., Детгиз, 1958. 143 стр. с илл. (Школьная б-ка).

«Невидимое топливо»— это горючий газ, который используется не только как топливо. Из газа можно получить каучук, пластмассы. Автор объясняет, как образовались месторождения природного горючего газа и как их находят, как газ добывают и передают на далекие расстояния (VII—VIII кл.).

Исследователи недр Земли

Лапидус М. А. Открыватель подземных тайн. М., «Советская Россия», 1963. 384 стр. с илл. (Люди Советской России).

О жизни и деятельности И. М. Губкина, русского ученого, патриота и коммуниста, основателя новой отрасли науки — нефтяной геологии.

Баян О. А. Отец русской геологии. (Рассказы о жизни и деятельности академика А. П. Карпинского). М., Детгиз, 1955. 263 стр. с илл. и карт.

В предисловии к книге академик В. А. Обручев пишет: «Надеюсь, что, прочитав книгу, захочется подражать Карпинскому как в усвоении достижений науки, так и в отношении к людям» (VII—VIII кл.).

Думитрашко Н. В. Золотая звезда путешественника. Изд. 2, испр. и доп. М., Географгиз, 1963. 71 стр.

Книга о В. А. Обручеве, замечательном ученом и человеке большой души, весь свой талант отдавшем людям.

Мурзаев Э. М., Обручев В. В. и Рябухин Г. Е. Владимир Афанасьевич Обручев. 1863—1956. Жизнь и деятельность. М., Изд-во АН СССР, 1959. 302 стр. с илл. (Науч.-попул. серия) (VIII кл.).

Баян О. А. Разведчик недр. Рассказы из жизни академика А. Е. Ферсмана. Л., Детгиз, 1959. 232 стр. с илл.

Жизнь замечательного советского ученого минералога-геохимика, его путешествия по Уралу, Средней Азии и Кольскому полуострову (VII—VIII кл.).

Водная и воздушная оболочки

Андреев К. К. Чудеса моря. Рис. Ю. Игнатьева. М., «Детский мир», 1960. 36 стр.

Почему на карте одно море названо Желтым, другое — Черным, а третье — Красным? Почему вода в море соленая? На все эти и многие другие вопросы читатель найдет ответы в этой книге (V—VI кл.).

Кушерон Улаф. Приключения маленькой трески. Рис. С. Прусова. Пер. с норвеж. М., Детгиз, 1958. 110 стр. с илл.

Читая о приключениях маленькой трески, вы побываете в морском лесу и среди дрейфующих льдов Баренцева моря, познакомитесь с угрем-путешественником и другими морскими рыбами (V—VI кл.).

Мезенцев В. А. Вода вокруг нас. Рис. О. Шухвостова. М., Детгиз, 1954. 80 стр. с илл.

В одной из глав этой книги говорится: «Если бы можно было совершить фантастическое путешествие с частицей воды, мы побывали бы за короткое время в самых различных местах Земли — в ее глубоких пластах и высоко в воздухе, в реке и в море. Эта частица побывала бы и в грозовой туче, и в тумане, и в росе; она замерзла бы красивой снежинкой, забиралась бы в стволы деревьев и тела животных». Откройте книгу и вы отправитесь в это фантастическое путешествие (VI—VIII кл.).

Квиличи Фолька. Приключения на шестом континенте. Пер. с итал. М., Детгиз, 1958. 270 стр. с илл.

Итальянская подводная экспедиция 1952 г. поставила себе цель — доказать, что человек может долго пробыть под водой, занимаясь различными работами, что недалеко то время, когда подводный мир — шестой континент — будет доступен каждому. Автор книги — кинооператор. Книгу он иллюстрировал прекрасными цветными фотографиями — кинокадрами фильма о подводной экспедиции (VI—VIII кл.).

Кусто Жак и Дюма Фредерик. В мире безмолвия. Пер. с англ. М., «Молодая гвардия», 1957. 221 стр.

Несколько отважных французов, вооруженных легкими аквалангами, проникли в глубины моря и занимались там археологическими изысканиями, подводной охотой, фотосъемкой. Ими был создан фильм «Мир тишины». Свои работы они успешно продолжают. Узнать, где в наших морях можно увидеть чудеса, какие видели Кусто и его товарищи, вы можете из послесловия к книге (VI—VIII кл.).

Богоров В. Г. Жизнь моря. М., «Молодая гвардия», 1954. 300 стр. с илл.

В книге рассказывается о богатстве морей Советского Союза, о великом разнообразии морских животных, о том, как специальные экспедиционные корабли, снабженные новейшей техникой, плавают по всем морям нашей Родины, изучают жизнь моря (VII—VIII кл.).

Ажажа В. Г. «Северянка» уходит в океан. Рис. Ю. Зальдман. М., Географгиз, 1961. 112 стр. с илл. и карт. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

В 1957 г. по решению правительства боевая подводная лодка была разоружена и переоборудована для научных целей. Появился подводный корабль «Северянка», научно-исследовательская подводная лаборатория. О ее работе в Атлантике и новых методах поисков рыбы по их «голосам» рассказывает автор (VII—VIII кл.).

Бауэр Ганс. Тайны морских глубин. Пер. с нем. М., Географгиз, 1959. 199 стр. с илл. (Рассказы о природе).

В предисловии автор говорит: «Наша книга посвящена борьбе людей за покорение морских глубин, их завоеваниям в этой борьбе. Мы проследим историю

глубоководных исследований, начиная с самых первых робких шагов до самого последнего времени, узнаем о плаваниях шведского «Альбатроса», датской «Галатеи» и советского «Витязя» (VIII кл.).

Гэскелл Т. Ф. Под глубинами океанов. Пер. с англ. М., Изд-во иностр. лит., 1963. 253 стр.

Автор — научный руководитель кругосветной экспедиции на английском гидрографическом судне «Челленджер» — живо описывает современные методы исследования земной коры, рассказывает о коралловых атоллах, строении и рельефе дна океана, о гипотезе расширения Земли и о других вопросах современной геофизики (VIII кл.).

Андреева Е. В. и Кладо Т. Н. На дне воздушного океана. Рис. Е. Кржижановского. Л., Детгиз, 1959. 248 стр.

Авторы пишут о том, как изучают воздушный океан, о метеорологии, аэрологии — науке, изучающей верхние слои атмосферы, актинометрии — науке об энергии, посылаемой Солнцем, о синоптиках, которые предсказывают нам погоду (VI—VIII кл.).

Ильин М. Человек и стихия. Изд. 4. М., «Молодая гвардия», 1954. 336 стр.

«Действующие лица этой книги: Земля и Солнце, ветры и бури, и морские течения, и реки, и облака, и вулканы, и ледяные горы. И всех их связывает одно общее сложное действие. В этом списке действующих лиц есть и люди: гидрологи и метеорологи, океанографы и климатологи, которые изучают машину планеты, следят за ее ходом и пробуют ею управлять» (из введения) (VII—VIII кл.).

Колобков Н. В. Воздушный океан и его жизнь. Изд. 2, переработ. и доп. М., Географгиз, 1957. 256 стр. с илл.

В книге рассказывается о строении атмосферы, грозных необыкновенных явлениях, развивающихся в ней; о миражах, радужных и серебристых облаках, полярных сияниях, о новейших методах изучения атмосферы (VII—VIII кл.).

Ивич А. Как запрягли ветер. Рис. Т. Шепелевой. М., «Детский мир», 1961. 17 стр. с илл.

Вы узнаете, что воздух поднимает корабли с морского дна, останавливает поезда, помогает альпинистам одолевать высокие горы (V кл.).

Колоколов В. П. О грозе. Рис. Б. Крейцера. Л., Детгиз, 1956. 134 стр. (В помощь школьнику).

О причинах возникновения грозы, о том, бывают ли грозы на других планетах, как научиться предсказывать грозу (VI—VIII кл.).

Мезенцев В. А. «Необыкновенные» явления в атмосфере. М., Профиздат, 1959. 92 стр.

Интересный рассказ о непонятных на первый взгляд явлениях: «кровавых» и «голубых» дождях, «красном» снеге, солнце, которое «играет», и т. д. (V—VIII кл.).

Мезенцев В. А. Обычное в необычном. Рис. В. Доброклонского. М., Детгиз, 1960. 269 стр. с илл.

«Необыкновенным» явлениям в атмосфере посвящена глава «Загадки пятого океана». Но, кроме того, здесь можно прочесть о разных загадочных явлениях на Земле и под землей, в мировом пространстве (V—VIII кл.).

Природные зоны

Ганейзер Г. Е. Река в пустыне. Рис. А. Кондратьева. М., Детгиз, 1960. 207 стр.

Автор этой книги участвовал в экспедиции, которая изучала особенности туркменской пустыни Каракумы, чтобы привести в нее воды могучей реки Аму-Дарьи. В местах, где раньше воду отмеряли глотками, через 6 лет прошел многоводный канал (V—VII кл.).

Ганейзер Г. Е. С севера на юг. Рассказы. Цветные вклейки Г. Никольского. М., Детгиз, 1955. 166 стр.

Вы отправитесь в путешествие с севера на юг. Будете мчаться на оленях по тундре, углубитесь в чащу леса, побродите по степи, увидите лес... в пустыне. А о том, что случится с вами высоко в горах Памира, вы, наверное, будете долго рассказывать друзьям (V—VII кл.).

Михайлов Н. Н. Иду по меридиану. Путешествие от полюса к полюсу. Фото автора. М., Детгиз, 1958. 191 стр. (Школьная б-ка).

«На Северном полюсе», «В центре мира», «Через полярный круг», «Рядом Африка», «Тропик Рака», «Шторм в Антарктике» — так называются некоторые главы этой увлекательной книги (V—VIII кл.).

Кожевников А. В. По тундрам, лесам, степям и пустыням. Рис. Т. Коцубей и А. Стахеевой. Изд. 3. М., Детгиз, 1954. 182 стр. (Школьная б-ка).

От суровой Арктики до знойных пустынь Средней Азии, от безлесных тундр до пышных субтропиков, от лесов Западной Украины и Белоруссии до дремучей тайги Уссурийского края проведет вас писатель и покажет богатство растительного мира нашей Родины. Одна из глав расскажет вам, как ученые прочитали «дневник» Земли и узнали о растительном мире на Земле в далеком прошлом (VI—VIII кл.).

Карпов Г. В. В саваннах. Книга для учащихся. М., Учпедгиз, 1960. 120 стр. с илл.

Саванны — вид тропической растительности: травянистый покров в сочетании с группами деревьев. В книге большое внимание уделено саваннам Африки. Показаны растительность саванны, ее богатейший животный мир, от грозного льва до муравья термита. Здесь часто приводятся отрывки из книг различных путешественников, которые побывали в саваннах различных частей света (V—VIII кл.).

Происхождение жизни на Земле

В этом разделе — книги о древнейших временах нашей Земли, о том, как было высчитано, сколько лет Земле, когда появились первые растения и животные, первые люди, кто были их предками, как узнали люди то, чего никто из людей не видел.

Научные знания о происхождении жизни помогут вам раскрыть лживость и нелепость религиозных легенд о происхождении Земли и всего живого. В будущем многим из вас эти научные знания помогут в поисках богатств Земли.

Голосницкий Л. И. Путешествие в прошлое. Рис. А. Келейникова. М., Детгиз, 1957. 112 стр. с илл. (Школьная б-ка) (VI—VII кл.).

Борчев А. А. Рассказы о зеленом друге. М., Детгиз, 1955. 176 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Как возникли и развились на Земле растения (VII—VIII кл.).

Громов В. И. Из прошлого Земли. Изд. 3. М., Гостехиздат, 1955. 64 стр. с илл. и карт. (Науч.-просвет. б-ка) (VII—VIII кл.).

Трофимов Б. А. Жизнь в глубинах веков. М., Госкультпросветиздат, 1957. 150 стр. с илл. (VII—VIII кл.).

Опарин А. И. Происхождение жизни. М., Воениздат, 1959. 127 стр. с илл. (Науч.-попул. б-ка).

«Если человек произошел от более просто устроенных млекопитающих, млекопитающие произошли от пресмыкающихся, пресмыкающиеся от земноводных, земноводные от рыб и т. д., то как же возникли те наипростейшие живые существа, которые явились родоначальниками всего живого на Земле?» (VII—VIII кл.).

Эмме А. М. Наука и религия о происхождении жизни на Земле. Изд. 2, переработ. М., Госполитиздат, 1956. 112 стр. (VII—VIII кл.).

Эйвельманс Б. По следам неизвестных животных. Рис. Г. Никольского. Пер. с франц. М., «Детский мир», 1961. 71 стр.

Очень немногие слышали о слонах-карликах, о карликах бегемотах, о черве с лапками, о звере с птичьим клювом, о драконе с острова Комодо.

Бельгийский зоолог Эйвельманс решил написать доступную для всех книгу о малоизвестных животных и о других удивительных существах, обитающих на Земле. Истории, рассказанные в книге,— не хитроумные выдумки, а действительные события. Многие из этих событий произошли совсем недавно (V—VIII кл.).

Акимушкин И. И. Следы невиданных зверей. М., Географгиз, 1961. 256 стр. с илл. (Рассказы о природе).

Автор поведет вас в тропический лес, поможет заглянуть в морские глубины. Вы узнаете, какие неожиданные существа таятся в этих труднодоступных районах нашей Земли, сколько новых зверей и птиц открыто наукой за последние полвека и как много еще нужно изучить и открыть (VI—VIII кл.).

Как изучали земной шар

Давыдов Ю. В. Капитаны ищут путь (Повесть). Рис. Е. Ванюкова. М., Детгиз, 1959. 255 стр.

Столетиями люди не могли решить загадку Северо-Западного прохода вдоль северных берегов Северной Америки. Автор рассказывает об искателях Северо-Западного прохода: русском мореплавателе О. Коцебу, английском — Джоне Франклине и, наконец, о норвежце Р. Амундсене, которому первому удалось совершить сквозное плавание из Атлантического в Тихий океан вдоль берегов Северной Америки (V—VIII кл.).

Чуковский Н. К. Водители фрегатов. Грав. Е. Бургункера. Книга о великих мореплавателях. М., Детгиз, 1959. 479 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Вторая половина XVIII в.— расцвет парусного флота. Герои этой увлекательной книги — капитаны Джемс Кук, Жан Лаперуз, И. Крузенштерн и Ю. Лисянский, Дюмон-Дюрвиль— отважные мореплаватели, открыватели новых земель (V—VIII кл.).

Кублицкий Г. И. По материкам и океанам. Рассказы о путешественниках и открытиях. Рис. В. Алфеевского. М., Детгиз, 1957. 327 стр. с илл. и карт. (Школьная б-ка).

Рассказы о путешественниках различных времен: Акакии Мурманце, который в начале XVII в. повел свой коч вдоль Таймыра на восток, и о гибели известного мореплавателя капитана Джемса Кука в конце XVIII в., о том, как в первой половине XIX в. разгадал загадку Нила Егор Петрович Ковалевский, о подводном археологе профессоре Орбели и многих других (VI—VIII кл.).

Верн Жюль. История великих путешествий. В 3-х т.т. Пер. с франц. Л., Детгиз, 1958—1961. Т. 1. Открытие Земли. 1958. 576 стр. Т. 2. Мореплаватели XVIII века. 1959. 526 стр. Т. 3. Путешественники XIX века. 1961. 496 стр.

О великих путешественниках, начиная с VI в. до н. э. и кончая первой половиной XIX в. Вы с удовольствием будете рассматривать приложенные к книгам маршрутные географические карты, многочисленные иллюстрации французских художников и снимки со старинных гравюр (VII—VIII кл.).

Фрадкин Н. Г. С четырех сторон горизонта. Рис. К. Рожкова. М., Географгиз, 1962. 142 стр. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

О географических открытиях от самых древних времен до наших дней. Книга читается с интересом, только запаситесь географическими картами, так как в книге они отсутствуют (VII—VIII кл.).

Узин С. В. Загадки материков и океанов. Рис. Ю. Макарова. М., Детгиз, 1958. 222 стр. с илл. и карт.

Интересные очерки о поисках исчезнувших таинственных земель Санникова, Андреева, затонувшего легендарного материка Атлантиды и др. (VI—VIII кл.).

Андреева Е. В. В поисках затерянного мира (Атлантида). Л., Детгиз, 1961. 168 стр. с илл.

О загадочном материке Атлантиде, существование которого все еще не доказано. Научные споры, теории и догадки о том, какой могла быть Атлантида (VII—VIII кл.).

Великие русские путешественники

Под небом всех широт. Сборник очерков о русских путешественниках. М., Детгиз, 1961. 606 стр. с илл. и карт. (Школьная б-ка).

«Многие тайны вырвали у неведомого русские и советские исследователи. И, если вас волнуют судьбы, отмеченные величием подвига во имя науки и человечества, вы прочтете эту книгу, повествующую о славных русских первооткрывателях неизвестных земель» (из предисловия) (VI—VIII кл.).

Берг Л. С. Великие русские путешественники. М.— Л., Детгиз, 1950. 296 стр. с илл. и карт.

Очерки о путешествиях и географических открытиях замечательных русских исследователей прошлого века: Афанасия Никитина, С. И. Дежнева, Ф. Ф. Беллинсгаузена, М. П. Лазарева, Н. Н. Миклухо-Маклая, П. П. Семенова-Тян-Шанского и др. Книга снабжена рисунками и картами маршрутов (VI—VIII кл.).

Болховитинов В. Н. и Остроумов Г. Н. Подвиги русских путешественников. В кн.: «Рассказы из истории русской науки и техники». Под общ. ред. В. Орлова. М., «Молодая гвардия», 1957, стр. 361—430.

Открытия русских путешественников в различных частях света, начиная с середины XV в. (путешествие тверского купца Афанасия Никитина) и кончая экспедициями в Арктику в начале XX в. Г. А. Седова, Г. А. Брусилова, В. А. Русанова (VI—VIII кл.).

Подвиг штурмана В. И. Альбанова. [Изд. 2.] М., Географгиз, 1954. 205 стр. с илл. и карт.

Это дневник штурмана В. И. Альбанова, в котором он повествует о трагической судьбе полярной экспедиции лейтенанта Г. А. Брусилова, отправившегося в 1912 г. на шхуне «Святая Анна» северным путем из Петербурга во Владивосток; о многодневном походе Альбанова и его товарищей по дрейфующим льдам (VI—VIII кл.).

Арсеньев В. К. По Уссурийскому краю. М., Географгиз, 1960. 303 стр. с илл., карт. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

Увлекательное повествование знаменитого путешественника и писателя о его экспедиции по Дальнему

Востоку. Здесь впервые читатель встретится с чудесным следопытом Дерсу Узала (VI—VIII кл.).

Арсеньев В. К. Дерсу Узала. М., Географгиз, 1960. 237 стр. с илл. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

Здесь нашли отражение материалы двух экспедиций Арсеньева, 1906 и 1907 гг., когда им была исследована неприступная часть Уссурийского края: горный хребет Сихотэ-Алинь и земли к востоку от него. Проводником Арсеньева в обеих экспедициях был следопыт и охотник Дерсу Узала. Он стал большим другом писателя[1] (VI—VIII кл.).

Муратов М. В. Навстречу опасностям. Два путешествия капитанов В. Беринга, А. Чирикова, их сподвижников и спутников. М., «Молодая гвардия», 1956. 325 стр. с илл. и карт.

На страницах этой книги запечатлены подвиги отважных мореплавателей, две экспедиции которых известны под названием Камчатских. Участники первой из них, в 1725—1730 гг., пытались узнать, есть ли пролив между Азией и Америкой. Во время второго плавания (1733—1743) русским морякам удалось достичь Америки (VII—VIII кл.).

Покшишевский В. В. Повесть о знаменитом русском географе Александре Ивановиче Воейкове. М., Детгиз, 1955. 296 стр. с илл. и карт. (VII—VIII кл.).

Давыдов Ю. В. Фердинанд Врангель. М., Географгиз, 1959. 55 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

В детстве, играя в индейцев, будущий путешественник любил распевать песенку «Туда, туда вдаль, с луком и стрелою». Далекие края он повидал не один раз. Русский мореход и географ Ф. Врангель трижды обогнул земной шар (VI—VIII кл.).

Фраерман Р. И. и Зайкин П. Д. Жизнь и необыкновенные приключения капитан-лейтенанта Головнина, путешественника и мореходца. Рис. Е. Бургункера. М., «Молодая гвардия», 1953. 480 стр.

О двух кругосветных плаваниях капитана Головнина, в 1807—1811 и в 1817—1819 гг., и о его приключениях в плену у японцев (VII—VIII кл.).

Кедров В. Н. На край света. Историческая повесть о Семене Дежневе. Рис. В. Ривкина. Л., Детгиз, 1958. 303 стр. (VII—VIII кл.).

Петухов А. Ф. Душу номада даль зовет. М., Географгиз, 1963. 39 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

О жизни славного русского исследователя П. К. Козлова, который провел 17 лет в путешествиях по Центральной Азии, прошел путь 40 тыс. *км*, равный длине земного экватора (VII—VIII кл.).

Козлов П. К. По Монголии и Тибету. М., Географгиз, 1956. 231 стр. с илл. и карт.

Петр Кузьмич Козлов рассказывает о своих путешествиях по Монголии и Тибету, в результате которых им были собраны ценнейшие научные данные о геологии, климате, растительности и животном мире Центральной Азии (VII—VIII кл.).

Фрадкин Н. Г. По земле Камчатской. М.— Л., Детгиз, 1953. 63 стр. с илл., карт.

Книга посвящена С. П. Крашенинникову (1711—1755)— первому ученому, исследовавшему Камчатку. В ней рассказывается о путях, пройденных Крашенинниковым по Камчатской земле, о природе и населении этого края в XVIII в. (VI—VIII кл.).

Штейнберг Е. А. Славные мореходы Иван Крузенштерн и Юрий Лисянский. М., Детгиз, 1954. 224 стр. с илл. и карт.

«Рассказ о жизни двух первых русских кругосветных путешественников Ивана Крузенштерна и Юрия Лисянского, чьи подвиги и ученые труды оставили яркий след в истории славного российского флота и великой русской культуры» (VII—VIII кл.).

Антонов А. Е. Ф. П. Литке. М., Географгиз, 1955. 40 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

В книге кратко рассказывается о четырех путешествиях Ф. П. Литке (в 1821, 1822, 1823 и 1824 гг.) в Северный Ледовитый океан, результатом которых были ценные материалы об Арктике; о его участии в русском кругосветном плавании и в исследовании Каролинского архипелага в Тихом океане (VII—VIII кл.).

Миклухо-Маклай Н. Н. Путешествия на Берег Маклая. М., Географгиз, 1956. 415 стр. с илл. и карт.

Подлинные записки великого русского ученого, антрополога, путешественника и художника Н. Н. Миклухо-Маклая. Интересно и увлекательно рассказывает ученый о своей жизни на Новой Гвинее (VI—VIII кл.).

Тынянова Л. Н. Друг из далека. Повесть о путешественнике Н. Н. Миклухо-Маклае. Ч. 1—2. М., Детгиз, 1962. 414 стр. с илл. (Школьная б-ка).

Повесть о детстве и юности Миклухо-Маклая, о его жизни на Новой Гвинее, научных исследованиях, доказавших, что нет рас низших и высших. Книга обильно иллюстрирована рисунками Миклухо-Маклая (VIII кл.).

Кунин К. И. За три моря. Путешествие Афанасия Никитина. Историческая повесть. М.— Л., Детгиз, 1952. 128 стр. с илл.

В основу этой книги положен дневник тверского купца Афанасия Никитина, отправившегося в 1466 г. в путешествие «за три моря», в Индию. Смелый и любознательный русский человек преодолел полный опасностей путь и достиг Индии, где пережил немало приключений (V—VI кл.).

Пржевальский Н. М. Путешествия. Рис. К. Арцеулова и Г. Никольского. М., Детгиз, 1958. 319 стр. с илл. и карт. (Школьная б-ка).

Имя русского путешественника-географа Пржевальского известно всему миру. Свои путешествия он описал в книгах, которые переведены на многие языки мира. Детгиз в сокращенном виде издал путевые дневники ученого. Вы прочтете описание пяти его путешествий в Уссурийский край и четырех путешествий в Центральную Азию (VI—VIII кл.).

Берг Л. С. Путешествия Н. М. Пржевальского. Рис. Т. Шишмаревой. М.— Л., Детгиз, 1952. 76 стр. (Школьная б-ка).

Автор приводит много интересных выдержек из дневников Н. М. Пржевальского (VI—VIII кл.).

Пасецкий В. М. «Геркулес» исчезает во льдах. Жизнь и путешествия В. А. Русанова. Изд. 2, доп. М., Географгиз, 1961. 207 стр. с илл. и карт.

Владимир Русанов решил на деревянном судне «Геркулес» пройти «студеными» морями из Атлантического в Тихий океан. Экспедиция Русанова закончилась трагически. Только через двадцать лет советские полярники открыли тайну исчезновения «Геркулеса» (VI—VIII кл.).

Леонов Н. М. Впервые в Алай. Путешествие А. П. Федченко в 1871 г. М.— Л., Детгиз, 1951. 191 стр. с илл., порт. и карт.

Автор живо рассказывает об экспедиции А. П. Федченко, который первым из европейцев проник к под-

[1] Характеристику книги Арсеньева «Дерсу Узала» см. также в предисловии к данному списку литературы.

ножию Памира, к горному хребту, названному им Заалайским. Готовясь к новому путешествию на Памир, Федченко погиб в горах, 28 лет от роду (V—VIII кл.).

Великие зарубежные путешественники

Амундсен Руал. Моя жизнь. М., Географгиз, 1959. 166 стр. с илл. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

«Как случилось, что я стал полярным исследователем? Случайного в этом ничего нет, так как с пятнадцатилетнего возраста все мои стремления сосредоточились на единой цели»— так начинает свою книгу Амундсен, путешественник, который первым прошел Северо-Западный проход из Атлантического в Тихий океан, первым достиг Южного полюса, пролетел на дирижабле с острова Шпицберген через Северный полюс на Аляску и погиб, стремясь оказать помощь итальянской экспедиции Нобиле (VII—VIII кл.).

Яковлев А. С. Руал Амундсен. 1872—1928. М., «Молодая гвардия», 1957. 223 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей).

Биография знаменитого норвежского путешественника и исследователя Арктики и Антарктиды (V—VIII кл.).

Хват Л. Б. Пришедшие издалека. М., Географгиз, 1963. 190 стр. с илл. (Путешествия. Приключения. Фантастика).

В начале нашего века к Южному полюсу стремились англичане Роберт Скотт, Эрнст Шеклтон и норвежец Руал Амундсен. Истории их экспедиций и борьбы за овладение тайнами Антарктиды посвящена эта повесть.

Пасецкий В. М. Виллем Баренц. М., Географгиз, 1956. 40 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

Книга о голландском мореплавателе, выдающемся исследователе полярных стран, именем которого названо Баренцево море. Баренц и его товарищи пытались пройти Северным морским путем в Китай (V—VIII кл.).

Вязов Е. И. Васко да Гама. Первооткрыватель морского пути в Индию. М., Географгиз, 1956. 39 стр. с карт. (Замечательные географы и путешественники) (VII—VIII кл.).

Шишова З. К. Великое плавание. Исторический роман. М., Детгиз, 1963. 334 стр. с илл.

О плавании Христофора Колумба в 1492 г. к берегам Америки. Кроме исторически достоверных фактов, в романе есть и вымысел: корабельным юнгам (о которых упоминается в дневниках Колумба) даны имена, их связывает дружба и «тайна карты». От имени одного из них — слуги Колумба Франческо Руппи — ведется рассказ.

В настоящее время З. Шишова работает над повестью «Путешествие в страну Офир»—об истории третьего и четвертого путешествий Христофора Колумба (VI—VIII кл.).

Магидович И. П. Христофор Колумб. М., Географгиз, 1956. 35 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники) (VII—VIII кл.).

Пасецкий В. М. Джордж Де-Лонг. М., Географгиз, 1957. 45 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

Автор рассказывает об экспедиции к Северному полюсу на яхте «Жаннета» под руководством выдающегося американского полярного путешественника Джорджа Де-Лонга в 1879—1881 гг. (VII—VIII кл.).

Сузюмов Е. М. Жизнь, отданная Антарктиде. Исследователь Антарктики Дуглас Моусон. М., Географгиз, 1960. 79 стр. с илл., портр., карт. (Замечательные географы и путешественники) (VII—VIII кл.).

Кублицкий Г. И. Фритьоф Нансен, его жизнь и необыкновенные приключения. Рис. Е. Ванюкова. М., Детгиз, 1961. 351 стр. с илл., портр. (Школьная б-ка).

Эта книга написана на основе новых документов о жизни знаменитого норвежского исследователя Арктики, опубликованных Лив Нансен — старшей дочерью Фритьофа Нансена (V—VIII кл.).

Карпов Г. В. Адольф Эрик Норденшельд. М., Географгиз, 1955. 40 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

О жизни шведского ученого и полярного исследователя, его плавании на «Веге» вдоль северных берегов Европы и Азии в течение двух навигаций 1878—1879 гг. (VII—VIII кл.).

Карпов Г. В. Роберт Пири. М., Географгиз, 1956. 39 стр. с илл. и карт. (Замечательные географы и путешественники).

Роберт Эдвин Пири (1856—1920)— американский путешественник и исследователь, открывший в 1909 г. Северный полюс. В книге рассказывается о его путешествии в Гренландию и о походах на Северный полюс.

Скотт Роберт Фолькон. Последняя экспедиция Р. Скотта. (Экспедиция в Антарктику 1910—1912 гг.). М., Географгиз, 1955. 408 стр. с илл. и карт.

Дневники и письма Р. Скотта к родным, друзьям, к английскому обществу были найдены на груди замерзшего исследователя. Их нельзя читать без волнения, не испытывая глубокого уважения к изумительному мужеству Р. Скотта (VII—VIII кл.).

Хейердал Тур. Путешествие на «Кон-Тики». Пер. с норвеж. М., Детгиз, 1957. 368 стр. с илл и карт. (Школьная б-ка).

Увлекательная повесть о том, как норвежский ученый Тур Хейердал и его пять товарищей на плоту «Кон-Тики», состоящем из девяти бальзовых бревен, за 101 день пересекли Тихий океан от берегов Южной Америки до островов Полинезии, желая доказать свою гипотезу о заселении островов восточной части Тихого океана с берегов Южной Америки. Ученые все еще спорят о путях заселения островов Океании, а читатели наслаждаются книгой, полной юмора, отваги, старинных преданий и научных сведений.

Хейердал Тур. Аку-Аку (Тайна острова Пасхи). Пер. с норвеж. М., Детгиз, 1959. 294 стр. с илл. и карт. (Школьная б-ка).

Экспедиция на остров Пасхи в Тихом океане. «... Нас ожидало на острове Пасхи великое приключение... Мы вернулись в одну из самых удивительных в мире культур прошлого, культуру каменного века, которая без машин и усовершенствованных орудий труда решала технические задачи, поражающие современных инженеров и ученых» (из вступления) (VI—VIII кл.).

Советские исследования в Арктике

Песчанский И. С. В стране романтики. Записки полярника. Рис. Т. Ксенофонтова. Л., Детгиз, 1961. 215 стр. (Школьная б-ка).

Автор книги, профессор Песчанский, талантливый рассказчик. Он посвятил свою жизнь изучению льдов, их особенностей. Много времени он работал в Арктике.

Читая его книгу, точно сам видишь суровую природу Арктики. Большая глава посвящена истории Арктики. В главе «К Северному полюсу напролом» рассказывается о первом в мире атомоходе «Ленин» (V—VIII кл.).

Водопьянов М. В. и Григорьев Г. К. Повесть о ледовом комиссаре. М., Географгиз, 1959. 199 стр. с илл. и карт.

Книга о Герое Советского Союза Отто Юльевиче Шмидте, академике, путешественнике, мореплавателе, авторе новой теории о происхождении Земли, о его экспедициях на «Седове» и «Сибирякове». Глава «В ледяном плену» посвящена дрейфу «Челюскина». Вы прочтете о гибели судна, о жизни лагеря Шмидта на льду в Полярном море, о спасении челюскинцев (V—VIII кл.).

Хват Л. Б. В дальних плаваниях и полетах. Рис. К. Арцеулова. М., Детгиз, 1958. 310 стр.

О легендарном походе «Челюскина», о беспосадочном перелете Чкалова и Громова из Москвы через Северный полюс в США, о воздушном десанте в Центральную Арктику и о первой в мире дрейфующей станции «Северный полюс» (VI—VIII кл.).

Яковлев Г. Н. 376 дней на льдине. Рис. В. А. Ветрогонской. Л., Детгиз, 1957. 189 стр. с илл. и карт.

Автор рассказывает о дрейфе полярной станции «Северный полюс-2», участником которого он был сам (V—VIII кл.).

Щербаков Д. И. На самолете по Арктике. Л., Детгиз, 1956. 146 стр. с илл. и карт.

Интересные путевые очерки об исследованиях высоких широт северного полушария на дрейфующих станциях «Северный полюс-3» и «Северный полюс-4». Из книги можно узнать много интересного о природе Арктики (VII—VIII кл.).

Советские исследования в Антарктике

Хват Л. Б. Загадочный материк. Редакция и послесловие академика Д. И. Щербакова. М., Географгиз, 1956. 288 стр. с илл. и карт.

В книге рассказывается об открытии Антарктиды Ф. Ф. Беллинсгаузеном и М. П. Лазаревым в 1819—1821 гг., исследованиях Джемса Росса, экспедиции к Южному полюсу Р. Амундсена и Р. Скотта, о первой советской антарктической станции, организованной в 1955 г. (VI—VIII кл.).

Марков К. К. Путешествия в Антарктиду и вокруг света. Книга для учащихся. М., Учпедгиз, 1960. 288 стр. с илл. и карт.

С декабря 1955 г. до апреля 1958 г. были организованы три советские экспедиции в Антарктиду. Третья закончилась кругосветным путешествием. Автор — научный сотрудник всех трех экспедиций (VI—VIII кл.).

Трешников А. Ф. Закованный в лед. М., Географгиз, 1959. 213 стр. с илл. и карт.

Автор книги — начальник Второй континентальной антарктической экспедиции — написал ее на основе дневника, который вел изо дня в день. Рассказывается о работе станций: Мирный, Пионерская, Комсомольская, об организации станции Восток в глубине континента (VII—VIII кл.).

Смуул Юхан. Ледовая книга. Антарктический путевой дневник. Пер. с эстон. М., «Советский писатель», 1959. 299 стр. с илл.

О плавании дизель-электрохода «Кооперация» в Антарктику, в котором участвовал сам автор. Ю.Смуул ярко и увлекательно описал свое путешествие. За эту книгу автор удостоен звания лауреата Ленинской премии (VII—VIII кл.).

Юные географы и геологи

Бианки А. В. Метеорологическая станция юных натуралистов. М.— Л., Детгиз, 1953. 72 стр. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников. Школьная б-ка) (V—VIII кл.).

Гальцов А. П. Как предсказывают погоду. М., Воениздат, 1954. 112 стр. с илл.

Почему меняется погода, как метеорологи предсказывают ее изменения и как можно самому научиться давать прогнозы погоды (V—VIII кл.).

Голицын С. М. Мы читаем «Зеленую книгу». М., «Молодая гвардия», 1959. 48 стр. («Со ступеньки на ступеньку»).

О карте и компасе. Как в походе пользоваться картой и компасом (V—VIII кл.).

Барабанов В. Ф. Как собирать минералы и горные породы. М.— Л., Детгиз, 1952. 26 стр. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников. Школьная б-ка) (VI—VIII кл.).

Васильев С. П. и Апраксин Н. П. Как организовать школьный геологический поход. М., Госгеолтехиздат, 1962. 80 стр. (VII—VIII кл.).

Яковлев А. А. В мире камня. Книга юного геолога. Рис. М. Гетманского. М.— Л., Детгиз, 1951. 272 стр. с илл. и геол. карт. (VII—VIII кл.).

Яковлев А. А. В поход за полезными ископаемыми. М., Детгиз, 1954. 132 стр. с илл. и 8 цветн. табл. минералов. (В помощь самодеятельности пионеров и школьников. Школьная б-ка) (VII—VIII кл.).

Ферсман А. Е. Минералог-любитель. В кн.: Ферсман А. Е. Занимательная минералогия. М., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 199—222 (VIII кл.).

Справочники, словари, книги общего характера

В этом разделе есть книги, которые помогут вам в чтении. Это — словари, карты, справочники. Другие и сами по себе интересно читать, например ежегодник «Глобус», географический календарь «Земля и люди».

Географический атлас. Для пятого класса. М., ГУГК, 1963. 16 стр.

Географический атлас частей света и важнейших государств. М., ГУГК, 1963. 48 стр.

Агапов С. В., Соколов С. Н. и Тихомиров Д. И. Географический словарь. М., Учпедгиз, 1961. 156 стр. (Б-ка школьника).

Коротко о странах. Краткий иллюстрированный справочник. М., Госполитиздат, 1959. 340 стр.

Глобус. Географический ежегодник для детей. Л., Детгиз, 1962. 432 стр. с илл. и карт.

Земля и люди. Географический календарь на 1964 г. М., Географгиз, 1963. 303 стр.

Географический календарь «Земля и люди» выходит ежегодно.

Занимательные вопросы юного географа. М., Учпедгиз, 1960. 45 стр. с илл. (Б-ка школьника) (V—VIII кл.).

Ильин М. И. Воспоминания юнги Захара Загадкина. Рис. А. Иткина. М., Детгиз, 1959. 186 стр. с илл. (V—VIII кл.).

Две последние книги помогут вам организовать географическую викторину или удивить товарища географической загадкой.

Художественная литература

Бажов П. П. Малахитовая шкатулка. Рассказы. М., Гослитиздат, 1957. 540 стр. (V—VIII кл.).

Вся жизнь Бажова (1879—1950) связана с Уралом. Там он родился и жил, работал учителем в деревне, сражался за Советскую власть и создавал свои замечательные сказы, которыми, как драгоценностями, наполнена «Малахитовая шкатулка» и др. книги.

Много в них фантазии, но если вчитаться в них внимательно, то во всех этих сказах — правда о трудовых людях, о горняках старого Урала.

Верн Жюль. Путешествие к центру Земли. Научно-фантастический роман. Собрание сочинений. В 12-ти т. Т. 2. М., Гослитиздат, 1955, стр. 5—225 (V—VII кл.).

Воскресенский С. В. Бухта Хромого медведя. Рис. В. Таубера. Повесть. Л., Детгиз, 1959. 216 стр.

О приключениях двух мальчиков в Приморском крае, где их отцы ищут залежи угля и удобную бухту для стоянки кораблей. Трудные условия жизни в экспедиции очень изменили характер ребят, сделали их мужественными и целеустремленными (V—VII кл.).

Ефремов И. А. Озеро Горных духов. Рис. В. Таубера. М.— Л., Детгиз, 1954. 127 стр. с илл. (VII—VIII кл.).

Кроваво-красные огни в скалах над озером, мелькание сине-зеленых прозрачных столбов пугали людей и вызывали странные болезненные ощущения. «Озеро Горных духов» никого не пускает в свои владения, говорили суеверные, а ученый-геолог, рискуя жизнью, раскрыл тайну страшного озера и использовал его богатство на пользу людям. В сборнике еще четыре научно-фантастических рассказа.

Ефремов И. А. Алмазная труба. Рис. М. Рудакова. М., Детгиз, 1954. 207 стр. с илл. (Б-ка приключений и науч. фантастики) (VII—VIII кл.).

Две книги посвящены одной теме. «Алмазная труба» Ефремова — это мечта писателя-фантаста (специалиста-геолога) об открытии алмазных месторождений на Сибирской платформе. А «Тайна Сибирской платформы» Осипова (участника геологических экспедиций) расскажет вам, как советские геологи воплотили эту мечту в жизнь (VII—VIII кл.).

Каверин В. А. Два капитана. Роман. Детгиз, 1957. 735 стр. с илл. (Б-ка приключений).

Тесно переплелись судьбы двух капитанов: героя-полярника Ивана Татаринова, пропавшего без вести в 1915 г., и советского летчика Сани Григорьева, который еще подростком дал клятву найти экспедицию Татаринова. «Бороться и искать, найти и не сдаваться»— эта детская клятва Сани Григорьева стала девизом его жизни[1]. (VII—VIII кл.).

[1] О научной основе романа Каверина см. в предисловии к данному списку литературы.

Надеждина Н. А. «Моревизор» уходит в плавание, или Путешествие в глубь океана и пяти морей экипажа загадочного корабля «М—5а». Рис. Б. Кыштымова. М., Детгиз, 1960. 191 стр. (Школьная б-ка).

Дневник этого путешествия вел Юра Казанцев. Кроме дневника, в книге имеются: морская «угадайка» и ответы на нее, «Морская газета», приложение «Флаги десяти морей» (V—VI кл.).

Обручев В. А. Плутония. Земля Санникова. Рис. Г. Никольского. М., Детгиз, 1958. 640 стр. с илл. (Б-ка приключений).

Два научно-фантастических романа. «Плутония»— о необычном путешествии шести отважных исследователей в недра Земли, где они находят животных и растения, исчезнувшие с поверхности Земли.

«Земля Санникова»— о приключениях экспедиции в поисках загадочной земли, которая, по предположениям некоторых ученых, должна существовать в центре Арктики (VII—VIII кл.).

Обручев В. А. В дебрях Центральной Азии. Записки кладоискателя. Рис. Г. Петрова. М., Географгиз, 1956. 319 стр. с илл.

Приключения героя в поисках клада в этой повести вымышленные, но места, где вы побываете вместе с ним, действительно существуют. Материалом для описания интереснейших мест в Центральной Азии (легендарное озеро Лобнор, развалины древнего города Хара-Хото и многие другие) послужили записки экспедиций, в которых участвовал автор этой повести — советский геолог и географ В. А. Обручев и другие русские путешественники (VII—VIII кл.).

Осипов В. Д. Тайна Сибирской платформы. М., «Молодая гвардия», 1958. 278 стр. с илл.

Пудалов Ф. М. Лоцман Кембрийского моря. Рис. Ю. Копылова. М., Детгиз, 1956. 487 стр.

«Стоит ли истратить жизнь на ошибку?»— говорили друзья герою повести, студенту Василию Зырянову, одержимому идеей найти нефть в кембрийских пластах, под вечной мерзлотой. Вместе с группой русских и якутов, преодолев тысячи препятствий, неутомимый мечтатель доказывает свою правоту (VI—VIII кл.).

Тихова Т. Г. Тайга и горы. Из рассказов геолога Тагиловой. Рис. Е. Я. Захарова. [Л.] Лениздат, 1962. 193 стр. с илл.

Тихова — геолог-разведчик, бывала и в пустынях Азии, и в горах Памира, и в дальневосточной тайге. Ее рассказы основаны на материалах экспедиций (V—VII кл.).

Тихова Т. Г. Пояс Енисея. Рис. А. Овчинникова. Л., Детгиз, 1962. 192 стр. с илл.

О приключениях и открытиях геологов в глухой сибирской тайге, о том, как они искали крупный рудоносный пояс —«пояс Енисея» (VI—VIII кл.).

СЛОВАРЬ-УКАЗАТЕЛЬ

А

Абалаков, Евгений Михайлович (1907—1948)— выдающийся советский альпинист, покоритель высочайших вершин (пик Коммунизма, Хан-Тенгри и др.), художник и писатель.— 346

Абсолютный геологический возраст — число лет с момента образования горных пород или минералов до наших дней.— 19, 244

Авача (Авачинская сопка)— действующий вулкан на Камчатке, к с. от Петропавловска-Камчатского.—118

Авачинская бухта — залив Тихого океана у ю.-в. берега п-ова Камчатка.— 308—309

Авгит — минерал темно-зеленого и черного цвета, входит в состав многих изверженных глубинных пород.— 430

Австралия — материк южн. полушария между Тихим и Индийским океанами, наименьшая по площади часть света (7631 тыс. *км*²).— 267, 316, 342—344

Автоматическая радиометеорологическая станция (АРМС)— метеорологическая станция, автоматически передающая по радио сигналы о состоянии атмосферы.—199, 363

Агассис, Жан Луи Рудольф (1807—1873)— швейцарский естествоиспытатель и геолог.— 377

Адмиралтейства острова — группа о-вов в Меланезии, к с.-в. от Новой Гвинеи.— 344

Адриатическое море — часть Средиземного моря между Апеннинским и Балканским п-овами, площадь 132 тыс. *км*².— 184

Азимут — угол между направлениями (по компасу) на с. и заданным направлением (на местный предмет). Величина азимута измеряется в градусах от 0 до 360° в направлении движения часовой стрелки.— 397

Азимутальная полярная проекция — картографическая проекция, наиболее правильно изображающая приполярные области.— 41

Азимутальная экваториальная проекция — картографическая проекция, обычно применяемая для карт полушарий.— 41

Азия — наибольшая по площади часть света, расположена в сев. полушарии, площадь около 44 млн. *км*².— 332—338, 366

Азовское море — на юге СССР, площадь около 38 тыс. *км*²; соединено с Черным морем Керченским проливом.— 140, 143

Азурит (медная лазурь)—минерал лазурно-синего цвета, водный карбонат меди, руда на медь.— 431

Айсберг — плавучая ледяная гора.— 167, 168, 364, 377

Акваланг — специальный дыхательный аппарат со сжатым воздухом, позволяющий человеку дышать под водой.— 17

Аквамарин — голубовато-зеленый минерал, прозрачная разновидность берилла, драгоценный камень.— 431

Алаид — действующий вулкан на одноименном о-ве (Курильские о-ва).— 121

Алебастр — тонкозернистая разновидность гипса, поделочный камень.— 427

Александрия — город и главный порт на с. Объединенной Арабской Республики в дельте Нила на Средиземном море.— 27

Алеутские острова — дугообразная цепь из 110 о-вов вулканического происхождения в Тихом океане, к ю.-з. от п-ова Аляска, отделяют Берингово море от Тихого океана.— 121, 309, 319—320

Алмаз —минерал самой высокой твердости, по составу чистый углерод, драгоценный и технический камень высшего класса.— 65, 88, 90, 423—424

Алунит — минерал, светлоокрашенный силикат (см. Силикаты) алюминия, алюминиевое и высокоогнеупорное сырье.— 85

Альбатрос — океаническая птица огромных размеров, размах крыльев до 4 *м*, обитает преимущественно в южн. полушарии.— 250, 270

Альпийские луга — природные высокогорные области выше зоны лесов с характерной горнолуговой растительностью, ценные летние пастбища.— 253

Альпийское горообразование — складчатость горных пород, происходившая в основном в третичный период кайнозойской эры.— 245, 378

Альпы — высокая горная страна в Зап. Европе, наивысшая точка Монблан (4810 *м*).— 164, 242, 342, 378, 386

Алюминий — элемент, широко распространенный в земной коре; металл, используемый для получения легких и прочных сплавов.— 85

Аляска — п-ов на с.-з. Сев. Америки, между Бристольским заливом Берингова моря и Тихим океаном.— 251, 305, 311, 321

Амазонка — река в Южн. Америке, самая многоводная и одна из самых длинных рек на земном шаре, впадает в Атлантический океан.— 140, 171, 300, 317

Америго Веспуччи — см. Веспуччи Америго.

Америка — часть света в зап. полушарии, состоит из двух материков — Сев. и Южн. Америки, расположенных между Тихим и Атлантическим океанами.— 316, 342, 355

Амундсен, Руал (1872—1928)— знаменитый норвежский путешественник и исследователь полярных стран, первым достиг Южн. полюса.— 356, 359, 365

Амур — река на Дальнем Востоке, образуется слиянием рек Шилки и Аргуни, впадает в Татарский пролив Тихого океана.— 171

Амфибии — см. Земноводные.

Анаксимандр (ок. 610—546 гг. до н. э.)— древнегреческий математик и философ, составил карту Земли.—27

Андезит — горная порода, образовавшаяся при остывании излившейся на поверхность магмы; состоит из андезита, авгита и вулканического стекла. — 71

Андреяновские острова — находятся в группе Алеутских о-вов.— 311

Анды — самая длинная и одна из самых высоких горных систем земного шара, вдоль Тихоокеанского побережья Южн. Америки.— 237, 253, 338

Анемометр вращения — прибор для измерения скорости ветра.— 203

Анеморумбометр электрический (АРМЭ)— прибор, передающий по проводам данные о направлении и скорости ветра.— 203

Антарктида — материк в центр. части южн. полярной области, площадь около 14 млн. *км*².— 132, 139, 166, 249, 364—369

Антарктика — южн. полярная область, включает материк Антарктиду, прилегающие о-ва и океанические пространства.— 364

Антильские острова — архипелаг о-вов между Сев. и Южн. Америкой; делятся на Большие и Малые Антильские о-ва, в состав первых входят о-ва Куба, Гаити, Ямайка и Пуэрто-Рико.— 214

Антициклон — система ветров, вращающихся по часовой стрелке в сев. полушарии и в обратном направлении в южн. полушарии; антициклоны связаны с областями повышенного давления, характеризуются ясной и сухой погодой.— 196—198, 223, 226

Антрацит — разновидность ископаемого каменного угля с самым высоким содержанием углерода, высококачественное топливо.— 79, 80, 427—428

Анучин, Дмитрий Николаевич (1843—1923)— выдающийся советский географ.— 348—349

Апатит — минерал, фосфат кальция, сырье для получения ценных фосфатных удобрений.— 20, 424

Аравийское море — расположено между п-овами Аравия и Индостан, площадь 3683 тыс. *км*².— 147, 292

Аравия — крупнейший п-ов на ю.-з. Азии, площадь около 3 млн. *км*².— 261, 378

Аральское море (Арал)— одно из величайших в мире бессточных соленых озер в Азиатской части СССР, площадь 65,5 тыс. *км*².— 139, 174, 353

Арарат — потухший вулкан в Турции.— 122

Аристарх Самосский (конец IV — первая половина III в. до н. э.) — древнегреческий философ, астроном, впервые приближенно определил расстояние от Земли до Солнца.— 27

Аристотель (384—322 гг. до н. э.)—великий древнегреческий философ.— 27

Арктика — полярная область земного шара, примыкающая к Сев. полюсу; включает часть Европы, Азии, Америки и Сев. Ледовитый океан с о-вами.— 132, 250—251, 363

Арсеньев, Владимир Клавдиевич (1872—1930)— известный путешественник и исследователь Дальнего Востока.— 346

Артезианские воды — подземные напорные воды в водоносном пласте, заключенном между двумя водоупорными пластами; ценный источник водоснабжения.— 182, 185

Архангельский, Андрей Дмитриевич (1879—1940)— выдающийся советский геолог, академик.— 383, 384, 386

Архейская, или археозойская, эра (от греческих слов «архайос» (архео) — древний, «зое»— жизнь) — древнейший этап геологической истории Земли.— 230

Археоптерикс — ископаемая птица юрского периода.— 240

Археоциаты — вымершие беспозвоночные морские животные кембрийского периода.— 231

Архозавры — древние пресмыкающиеся, характерные для мезозойского периода.— 238

Асбест (горный лен)— волокнистый минерал, используемый как сырье для изготовления кислотоупорных и огнестойких материалов.— 88, 90, 428

Аскания-Нова — государственный заповедник, расположен на Украине.— 260

Астролябия бухта — на с.-в. берегу о-ва Новая Гвинея; исследован Н. Н. Миклухо-Маклаем.— 344

Асуан (Сиена)— город Объединенной Арабской Республики на правом берегу Нила.— 27

Асуанская плотина — крупнейшее гидротехническое сооружение в Объединенной Арабской Республике у правого порога р. Нила.— 21, 172

Атакама — пустыня на с. Чили в Южн. Америке.— 270

Атлантический океан — второй по размеру океан, расположен между Американским континентом, Европой и Африкой, площадь 93,4 млн. *км*².— 138, 214, 329

Атлас географический — систематическое собрание географических карт, издаваемых в виде альбома или книги.— 48

Атласов, Владимир Тимофеевич (г. рожд. неизв.— умер в 1711 г.)— сибирский казак, открывший Камчатку.— 305

Атмосфера — газообразная (воздушная) оболочка Земли.— 36, 185, 190—198

Атмосферные фронты — узкие переходные зоны, разделяющие теплые и холодные массы воздуха.— 197—198

Аурипигмент — минерал золотисто- и лимонно-желтого цвета, соединение мышьяка с серой; применяется в медицине, пиротехнике, в сельском хозяйстве для истребления вредителей полей.— 427

Африка — часть света, второй по размерам материк после Азии, площадь свыше 30 млн. *км*².— 139, 316, 342

Аэрофотосъемка — фотографирование местности с самолета для составления по фотографиям топографических, геологических и др. карт.— 42—43

Б

Бабушкин, Михаил Сергеевич (1893—1938)— известный советский полярный летчик, Герой Советского Союза. — 357

Базальт — горная порода черного цвета, образовавшаяся при остывании излившейся на поверхность магмы, по составу аналогичная габбро (см. Габбро).— 105, 184, 372, 373, 433

Байдуков, Георгий Филиппович (р. 1907)— летчик, Герой Советского Союза, участник перелета в 1937 г. через Северный полюс в Америку.— 362

Байкал — самое глубокое озеро на земном шаре (1741 *м*), расположенное в Вост. Сибири.— 176

Балтийское море — часть Атлантического океана, площадь 386 тыс. *км*².— 158, 305

Балхаш — бессточное озеро в ю.-в. части Казахской ССР.— 178

Бальбоа, Васко Нуньес (1475—1517)— испанский мореплаватель и колонизатор; первым из европейцев пересек Панамский перешеек и вышел на берег Тихого океана.— 298

Баранский, Николай Николаевич (1881—1963)— крупный советский ученый, экономико-географ, член-корреспондент Академии наук СССР, Герой Социалистического Труда, профессиональный революционер ленинской школы, государственный деятель.— 349—350

Баренц, Виллем (1550—1597)— голландский мореплаватель и исследователь полярных стран.— 301, 356

Баренцево море — часть Сев. Ледовитого океана между сев. берегом Европейского материка и о-вами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля, площадь около 1405 тыс. *км*^{2}.— 152, 153, 158, 207, 328, 356, 359

Барограф — самопишущий прибор для записи атмосферного давления.— 204

Барометр — прибор для измерения атмосферного давления.— 191, 396

Барханы — нанесенные ветром скопления сыпучего песка, не закрепленного растительностью; в плане имеют серповидную форму.— 130, 261, 382

Баскунчак — соленое озеро в Астраханской обл., в Заволжье.— 177

Батискаф — аппарат для исследования на больших глубинах морей и океанов.— 18, 155

Батолиты — массивы глубинных магматических (изверженных) горных пород, залегающих на большой глубине.— 69

Бейтс, Генри Уолтер (1825—1892)— английский натуралист и путешественник, исследователь Бразилии.— 340

Белемниты — ископаемые головоногие моллюски, обитавшие в мезозойскую эру.— 238

Беллинсгаузен, Фаддей Фаддеевич (1779—1852)— знаменитый русский мореплаватель и исследователь южн. полярных морей, открыл материк Антарктиду.— 314, 332

Белое море — часть Сев. Ледовитого океана на с. Европейской части СССР, площадь 90 тыс. *км*^{2}.— 317, 355

Беляков, Александр Васильевич (р. 1897)— штурман авиации, Герой Советского Союза, участник перелета через Сев. полюс в Америку в 1937 г.— 362

Бенгальский залив — находится в с.-з. части Индийского океана между п-овами Индостан и Индокитай.— 147

Беннеттиты — вымершие древовидные растения юрского и мелового периодов.— 240

Бентос — животные организмы и растительность на дне морских и пресных водоемов.— 150

Берг, Лев Семенович (1876—1950)— известный советский географ, академик, президент Всесоюзного географического общества.— 178, 348, 350—351

Берилл — минерал, по составу бериллиевый силикат (см. Силикаты), драгоценный камень и ценное сырье для получения бериллия.— 61, 87, 90, 431

Беринг, Витус Ионсен (1681—1741)— известный русский мореплаватель, возглавлял Первую и Вторую Камчатские экспедиции.— 306, 310, 356

Берингов пролив — расположен между с.-в. оконечностью Азии и Сев. Америкой.— 306, 356, 359

Берингово море — сев. часть Тихого океана, между с.-в. оконечностью Азии, Аляской, Алеутскими и Командорскими о-вами, площадь 2304 тыс. *км*^{2}.— 134, 151, 348

Биотит (черная слюда)— магнезиально-железистый минерал, входит в состав многих магматических горных пород.— 427, 432

Бирюза — минерал голубого цвета, по составу медно-алюминиевая соль фосфорной кислоты, полудрагоценный и поделочный камень.— 90

Бискайский залив — часть Атлантического океана между зап. берегом Франции и сев. берегом Испании.— 139

Бифуркация рек — разделение реки и ее долины на две ветви, направляющиеся в разные бассейны.— 338

Боксит — осадочная горная порода, основная руда для получения алюминия и галлия.— 73, 85, 94, 431

Большой Барьерный риф — гряда коралловых рифов и коралловых о-вов вдоль вост. и с.-в. побережья Австралии.— 153

«Большой Гейзер»— самый крупный гейзер в Исландии.— 124

Большой советский атлас мира — крупнейший всемирный комплексный атлас.— 48

Бонплан, Эме (Гужо) (1775—1859)— известный французский ботаник, географ, путешествовал по странам Южн. Америки.— 338

Борзов, Александр Александрович (1874—1939)— советский ученый-географ, профессор Московского университета.— 349

Борхгревинк, Карстен (1864—1934)— норвежский путешественник-натуралист, исследователь Антарктиды.— 364

Босфор — пролив, соединяющий Черное и Мраморное моря.— 145, 326, 328

Брекчия — горная порода, состоящая из сцементированных обломков различных пород.— 73, 432

Бронза — сплав меди с оловом, алюминием, свинцом, бериллием и др. металлами; широко используется в машиностроении.— 76, 370

Бронтозавр — ископаемое пресмыкающееся из группы ящеротазовых динозавров, одно из самых крупных животных, населявших земной шар. Бронтозавры обитали в мезозойскую эру.— 239

Брусилов, Георгий Львович (1884—1914)— лейтенант русского флота, известный исследователь Арктики.— 357

Бугенвиль, Луи Антуан (1729—1811)— французский мореплаватель, известный своими открытиями в Тихом океане.— 313

Бурый железняк — см. Лимонит.

Бурый уголь — ископаемый уголь, переходная стадия от ископаемых торфов к каменному углю.— 78

Бух, Леопольд (1774—1853)— немецкий геолог и палеонтолог, сторонник теории катастроф.— 375—376

Буше де-Перт, Жак (1788—1868) — известный французский археолог.— 377

Бэрд, Ричард Эвелин (1888—1957)— американский исследователь Арктики и Антарктиды.— 359

В

Вавилов, Николай Иванович (1887—1943)— выдающийся советский ученый, агроном, ботаник, географ; создал теорию происхождения культурных растений.— 351—352

Вальдивия — город в Чили (Южн. Америка).— 298

Ванадий — серебристо-белый тугоплавкий металл, применяется для получения специальных сталей.— 86

Ван-Димена залив — бухта у сев. берегов Австралии.— 303

Васильев, Михаил Николаевич (1770—1847)— русский кругосветный мореплаватель, исследователь Берингова пролива и Арктики.— 438

Васко да Гама (1469—1524)— португальский мореплаватель, открывший путь из Европы в Индию.— 295

Везувий — действующий вулкан на ю. Италии, около г. Неаполя.— 120, 334

Верден, Карл Петрович (Ван-Верден) (г. рожд. неизв.— умер в 1731 г.)— офицер русской армии, по заданию Петра I произвел съемку Каспийского моря.— 317

Вермикулит — минерал, железо-марганцевая гидрослюда, при нагревании сильно увеличивается в объеме, широко применяется в строительстве, судостроении, электротехнике; минерал находит все большее применение в сельском хозяйстве.— 90, 427

Вернадский, Владимир Иванович (1863—1945)— выдающийся советский минералог и кристаллограф, один из основоположников геохимии (см. Геохимия).— 50, 54, 182

Вернер, Абраам Готлиб (1750—1817)— немецкий геолог и минералог.— 372, 373, 375

Верховодка — подземные воды, залегающие вблизи земной поверхности выше уровня грунтовых вод.— 181

Веспуччи, Америго (1451—1512)— итальянский мореплаватель, чьим именем названа Америка.— 298

Вечная мерзлота — слой горных пород в земной коре, промерзший и скованный льдом, сохраняющий длительное время (до тысячи лет) отрицательную температуру.— 184, 251, 253

Виктория — водопад в Южн. Африке на р. Замбези.— 178, 330

Воейков, Александр Иванович (1842—1916)— крупнейший русский географ и климатолог, основоположник русской климатологии.— 162, 342

Вольфрам — тугоплавкий металл, используется для изготовления нитей накаливания и высококачественных сталей.— 86

Вольфрамит — минерал, железо-марганцевая соль вольфрамовой кислоты, одна из основных руд на вольфрам.— 87, 426, 429

Вулканические горные породы (эффузивные, или излившиеся)— образуются при извержениях вулканов.— 371, 375

Вулканология — геологическая наука, изучающая возникновение вулканов, их развитие и распространение.— 118

Вулькано — действующий вулкан на Липарских о-вах, в ю.-в. части Тирренского моря.— 116

Выветривание — медленное разрушение горных пород под влиянием кислорода воздуха, деятельности организмов, колебаний температуры, механического и химического воздействия воды, содержащей различные соли и кислоты.— 107

Г

Габбро — глубинная магматическая кристаллическая порода темного цвета, состоящая из полевых шпатов и темноцветных минералов.— 96, 432

Гавайские (Сандвичевы) острова — группа о-вов в центр. части Тихого океана.— 121, 315

Галенит (свинцовый блеск)— минерал, соединение свинца с серой, главная руда на свинец.— 84, 426

Гало́ — светлый или радужный круг вокруг солнца или луны.— 216

Галургия — отрасль химии, изучающая способы получения и переработки солей действием теплоты на природные соли и их водные растворы.— 158

Ганнон (V в. до н. э.)— греческий мореплаватель, основавший карфагенские колонии на берегу Атлантического океана.— 283—285

Гарниерит — минерал зеленого цвета, никелевый силикат, важная руда никеля.— 85, 431

Гвоздев, Михаил Спиридонович (первая половина XVIII в.)— русский геодезист и путешественник, исследователь с.-в. части России.— 306

Гейзер — периодически фонтанирующий источник горячей воды и пара.— 123—125

Гейзерит — отложения гейзеров и других горячих источников.— 123

Гематит (железный блеск, красный железняк)— окись железа, высококачественная руда железа.— 82, 83, 426

Геодезия — наука, занимающаяся определением фигуры и размеров Земли, изображением земной поверхности на планах и картах.— 30

Геологическая карта — карта, на которой показывается геологическое строение местности, распространение горных пород различного геологического возраста.— 19, 96, 97, 380

Геология — наука о составе и строении каменной оболочки Земли (земной коры) и истории ее развития.— 18

Геоморфология — отрасль физической географии, изучающая рельеф земной поверхности и его развитие.— 16, 132

Геосинклиналь — крупные участки земной коры, в пределах которых происходит интенсивное горообразование и проявляется магматическая деятельность.— 379

Геофизика — совокупность наук, изучающих физические свойства земного шара и физические процессы, происходящие в нем.— 51, 99, 354

Геохимия — наука, изучающая химический состав земной коры и законы распространения элементов в ней.— 447

Геродот (ок. 484—425 до н. э.)— древнегреческий историк и географ.— 286

Герцинское горообразование — складчатость горных пород, происходившая в каменноугольном и пермском периодах.— 246

Геттон, Джемс (1726—1797)— выдающийся шотландский натуралист-геолог.— 372

Гибралтарский пролив — соединяет Атлантический океан и Средиземное море.— 145, 284

Гигрограф — прибор для регистрации влажности воздуха.— 204

Гидрология — наука о круговороте воды в природе и о водах на поверхности суши; занимается исследованием свойств океанов, морей, озер, рек, болот, грунтовых вод.— 16

Гидросфера — водная оболочка Земли, включает океаны, моря, реки и озера — 54, 138—189

Гидротермальные жилы — минеральные тела, образовавшиеся из горячих магматических растворов, проникших в трещины земной коры.— 72

Гималаи — высочайшая горная система, расположена в Азии.— 247, 379, 386

Гинкговые — класс голосемянных растений, которые были широко распространены в мезозойскую эру.— 237

Гипоцентр — очаг землетрясения, место возникновения землетрясения внутри Земли.— 112

Гипс — минерал, очень мягкий, водная соль серной кислоты; широко применяется в строительстве, химии, сельском хозяйстве.— 184, 424, 427

Глазомерная съемка — топографическая съемка, проводимая с помощью визирной линейки, компаса и планшета.— 389, 396—401

Глинистый сланец — горная порода, темно-серая или черная, легко раскалывается на тонкие пластинки, по составу — уплотненная и перекристаллизованная глина с примесью тонкокварцевой пыли.— 72, 433

Глобус — модель земного шара, уменьшенное изображение Земли с очертаниями суши и водных пространств.— 38, 39

Глубинные морские течения — движения или перемещения воды в толще морских водоемов.— 140

Глубоководная красная глина — глубоководные океанические отложения от 4 тыс. *м* и глубже; состоят из железоглинистых частиц, марганцевых и железных конкреций (см. Конкреции).— 136

Гнейс — метаморфическая горная порода, состоит из кварца, полевых шпатов и других минералов, слоистого строения.— 68, 433

Гоби — обширная пустынная и степная область в Центр. Азии.— 336

Гобийское землетрясение — колоссальной силы землетрясение в Монголии в 1957 г.— 112

Годунов, Петр Иванович (г. рожд. неизв.— умер в 1670 г.)— стольник и воевода, под его руководством была составлена первая карта Сибири.— 47

Голицын, Борис Борисович (1862—1916)— русский физик, академик, создатель науки сейсмологии (см. Сейсмология).— 114—115

Головнин, Василий Михайлович (1776—1831) — выдающийся кругосветный мореплаватель, вице-адмирал, исследователь Тихого океана, Камчатки, Курильских о-вов, с.-з. побережья Америки.— 321

Головоногие моллюски — морские моллюски-хищники (осьминоги, каракатицы, кальмары и др.). Ископаемые формы известны с кембрийского периода; широкое развитие получили в мезозойскую эру.— 238

Голосемянные растения — группа высших растений (папоротники, кордаиты, хвойные и др.),—237, 245

Гольфстрим — одно из самых мощных теплых течений Мирового океана.— 207

Гондвана — древний материк, который по предположению геологов существовал в течение палеозойской эры в южн. полушарии (объединял Бразилию, часть Африки, Аравию, Индию и Зап. Австралию).— 378

Горизонтали — линии, соединяющие на карте точки поверхности Земли с одинаковой высотой над уровнем моря.— 38

Горн — мыс, самая южн. точка Южн. Америки, на о-ве Горн, к ю. от Огненной Земли.— 320, 322

Горные породы — скопление одного или сочетание нескольких минералов, которые слагают значительные участки земной коры.— 19, 68, 372, 431

Горный хрусталь — минерал, кристаллическая бесцветная прозрачная разновидность кварца, обладает пьезоэлектрическими свойствами (см. Пьезоэлектрические свойства), используется в приборостроении и как поделочный камень.— 93, 423, 425

Горючие сланцы — горные породы, сланцеватого строения (см. Сланцы), используются как топливо и сырье для получения газа, бензина, керосина.— 79

Гравиметрическая разведка — выявление геологического строения участков Земли по данным изменения силы тяжести в разных точках поверхности Земли.— 99

Гравитационный вариометр — прибор, которым определяют изменение силы тяжести на поверхности Земли.— 100

Гранаты — минералы из группы силикатов (см. Силикаты), разнообразных цветов, отличаются высокой твердостью, красивой природной огранкой, используются как абразивный (полировочный) материал и полудрагоценные камни.— 88

Гранит — глубинная магматическая кристаллическая горная порода, состоит обычно из полевого шпата, кварца, роговой обманки и слюды.— 93, 105, 372, 373, 432

Графит — минерал, разновидность чистого углерода, используется в металлургии, электротехнике, для изготовления карандашей.— 65, 425, 428

Гренландия — самый большой о-в в мире, расположен к с.-в. от Сев. Америки, площадь 2176 тыс. $км^2$.— 42, 152, 166, 167, 363

Гроза — разряды атмосферного электричества, сопровождаемые молниями и громом.— 208

Гром — звуковое явление в связи с электрическими разрядами в атмосфере во время грозы.— 208

Громов, Михаил Михайлович (род. в 1899 г.) — летчик, Герой Советского Союза, участник перелета через Сев. полюс в Америку.— 362

Грумм-Гржимайло, Григорий Ефимович (1860—1936)— один из крупнейших исследователей Средней и Центр. Азии.— 337

Грунтовые воды — подземные воды, которые насыщают первый от поверхности водоносный горизонт.— 171, 181, 185

Губки — тип беспозвоночных многоклеточных морских животных, известных с кембрийского периода.— 233

Губкин, Иван Михайлович (1871—1939)— выдающийся советский геолог, академик, создатель советской нефтяной геологии.— 382

Гудзон, Генри (1550—1611)— английский путешественник и исследователь полярных стран.— 300, 356

Гумбольдт, Александр Фридрих Вильгельм (1769—1859)— выдающийся немецкий географ, естествоиспытатель и путешественник, один из основоположников физической географии.— 317, 338

Д

Дайка — минеральное тело, образуется при заполнении магмой трещин в земной коре с параллельными стенками.— 70

Дарвин, Чарлз Роберт (1809—1882)— гениальный английский ученый, путешественник, создатель материалистического учения о развитии жизни на Земле (дарвинизма).— 229, 324, 340, 376

Дарданеллы — пролив, соединяющий Мраморное море с Эгейским.— 145

Двоякодышащие рыбы — класс костных рыб, который был распространен в девонском и каменноугольном периодах.— 235

Девонский период (девон)— четвертый период палеозойской эры, его продолжительность примерно 80 млн. лет.— 235—236, 246, 374

Дежнев, Семен Иванович (г. рожд. ок. 1605— умер в 1673 г.)— якутский казак-землепроходец, открыл пролив между Азией и Америкой.— 303, 306, 356

Дейвис, Джон (1550—1605)— английский полярный мореплаватель.— 300

Дельта — наносная равнина в устьевой части реки, состоит из речных отложений.— 174

Дана, Джемс (1813—1895)— американский геолог, автор теории геосинклиналей (см. Геосинклиналь).— 378

Джомолунгма (Эверест)— самая высокая вершина Гималаев и всего земного шара (8848 *м*).— 31

Диатомеи — одноклеточные водоросли с кремнёвым панцирем, живущие в пресных водах и морях.— 72—73, 150

Диаш, Бартоломеу (жил ок. 1450—1500 гг.)—португальский мореплаватель, открыл мыс Доброй Надежды, обогнул Африку с юга и вышел в Индийский океан.— 294

Динихтис — ископаемая гигантская панцирная рыба; эти рыбы были распространены в девонском периоде.— 235

Динозавры — крупные пресмыкающиеся ящеры до 25 *м* в длину, были распространены в мезозойской эре.— 241

Диорит — глубинная магматическая горная порода, состоит преимущественно из плагиоклаза и роговой обманки.— 432

Диплодок — ископаемый гигантский динозавр, живший в юрском периоде мезозойской эры.— 239

Дистанционная метеорологическая станция (ДМС)— автоматическая метеостанция, передающая сведения на большие расстояния.— 204

Дицинодонт — ископаемое звероподобное пресмыкающееся, жившее в пермском и триасовом периодах.— 238

Днепр — река, начинается на Валдайской возвышенности, впадает в Черное море.— 140, 170

Днестр — река на ю. Европейской части СССР, впадает в Черное море.— 140

Доброй Надежды мыс — расположен с.-з. южн. оконечности Африки.— 322

Докучаев, Василий Васильевич (1846—1903)— крупнейший русский почвовед-географ.— 16, 351

Долина реки — понижение на поверхности суши различной формы, выработанное длительным воздействием рёчного потока.— 394

Доломит — минерал, по составу магниевый карбонат, используется как огнеупорный материал в металлургии, химии и стекольном производстве.— 74, 85, 428, 433

Дон — одна из крупнейших рек в Европейской части СССР, впадает в Азовское море.— 170

Драгоценные камни — минералы, обладающие прозрачностью, высокой твердостью, способностью хорошо ограняться (алмаз, рубин, сапфир, изумруд и др.).— 49

Дрейк, Фрэнсис (1545—1595)— первый английский мореплаватель, совершивший кругосветное плавание.— 303

Дунай — одна из крупнейших в Европе рек, впадает в Черное море.— 140, 269

Дунит — глубинная кристаллическая магматическая горная порода; состоит в основном из оливина.— 71, 93, 96, 432

Дюмон-Дюрвиль, Жюль Себастьян Сезар (1790—1842)— французский кругосветный мореплаватель и натуралист.— 324, 364

Е

Евразия — термин, употребляемый для обозначения Европы и Азии как одного материка.— 242, 253—254, 257, 259, 355

Евреинов, Иван Михайлович (г. рожд. неизв.— умер в 1724 г.)— русский геодезист и картограф.— 305

Европа — зап. часть Евразии, часть света в сев. полушарии, площадь 10 млн. *км*^{2}.— 340, 366

Енисей — река, одна из крупнейших в Сибири и Азии, впадает в Енисейскую губу Карского моря.— 183, 302, 363

Ермак Тимофеевич (г. рожд. неизв.— умер в 1584 г.)— донской казачий атаман, сыгравший выдающуюся роль в освоении Сибири.— 302

Ж

Желания мыс — с.-в. оконечность Новой Земли.— 301

Железистые кварциты — древние сильно метаморфизованные (см. Метаморфизм) горные породы; высококачественная руда на железо.— 75

Жемчуг — отложения внутреннего перламутрового слоя раковины моллюска-жемчужницы вокруг попавших в раковину инородных тел.— 91

Живое сечение реки — поперечное сечение русла реки, заполненное водой.— 395

З

Загоскин, Лаврентий Алексеевич (1807—1890) — русский исследователь Аляски.— 341

Замбези — река в Южн. Африке, впадает в Мозамбикский пролив.— 178, 329, 330

Занзибар — группа коралловых о-вов у вост. берега Африки; крупнейшие из них — Занзибар и Пемба.— 331

Зауролоф — ископаемое гигантское животное из группы утконосых динозавров, обитатель водных бассейнов мелового периода мезозойской эры.— 241

Зеленого мыса острова — группа о-вов в Атлантическом океане близ зап. берегов Африки.— 214

Землетрясение — колебания отдельных участков земной коры, возникающие при смещении масс горных пород под действием внутренних сил Земли, в частности при извержении вулканов.— 51, 101, 111—116

Земля Адели — окраинная часть Антарктиды, омываемая Индийским океаном, открыта Дюмон-Дюрвилем.— 364

Земля Гранта — часть о-ва Элсмир на с. Канадского Арктического архипелага.— 363

Земля Франца-Иосифа — группа о-вов в Сев. Ледовитом океане, к с. от о-вов Новая Земля.— 151, 152, 199, 249, 250

Земная кора (литосфера)— внешняя, твердая каменная оболочка Земли.— 49, 75, 127, 378

Земноводные (амфибии)— класс позвоночных животных; в личиночном состоянии ведут водный образ жизни и дышат жабрами, во взрослом — дышат легкими; известны с девонского периода палеозойской эры.— 236

Зенкевич, Лев Александрович (род. в 1889 г.) — профессор, гидробиолог, под руководством которого исследована Курило-Камчатская впадина.— 353

Зеравшан — река, правый приток Аму-Дарьи.— 171, 353

Золото — благородный металл, в природе встречается обычно в самородном виде, редко с примесью серебра и других металлов.— 76, 85—86

Зондский пролив — соединяет Яванское море с Индийским океаном.— 140

Зоогеография — наука о распространении животных на земном шаре.— 16

Зюсс, Эдуард-Фридрих (1831—1914)— выдающийся австрийский геолог, автор сочинения «Лик Земли», в котором он обобщил все наблюдения, известные геологам его времени.— 378

И

Иглокожие — морские беспозвоночные животные (морские звезды, ежи, лилии и др.), впервые появились в протерозойской эре.— 235

Изверженные (магматические) породы — горные породы, образующиеся из магмы в результате ее охлаждения и кристаллизации.— 68, 105

Известняк — осадочная, преимущественно органического происхождения морская горная порода, состоит из кальцита с примесью глинистого материала, кремнезема и окислов железа.— 104, 184, 372, 425, 433

Изобары — линии на картах, соединяющие точки с одинаковым атмосферным давлением.— 194—195, 205

Изотермы — линии на картах, соединяющие точки земной поверхности с одинаковыми температурами.—222

Изумруд — темно-зеленая, очень красивая прозрачная разновидность берилла, драгоценный камень.— 90

Ильменит (титанистый железняк)— минерал, состоящий из титана, железа и кислорода; главная руда титана и железа.— 426

Инверсия температуры воздуха — возрастание температуры с высотой (обычно с высотой температура понижается).— 192

Индийский океан — расположен между Африкой, Азией, Австралией и Антарктидой, площадь 74 900 тыс. *км*^{2}.— 138, 322, 327, 330, 360, 366

Индрикотерий — гигантский безрогий носорог, обнаруженный в отложениях третичного периода в Тургайской степи.— 242

Иностранцевия — ископаемое хищное пресмыкающееся; найдена в отложениях пермского периода мезозойской эры.— 238

Инфузории — простейшие одноклеточные организмы.— 231

Ионосфера — слой атмосферы на высоте от 80 до 800—1000 *км*, обладающий повышенной ионизацией молекул газа.— 192

Иссык-Куль — одно из величайших горных озер земного шара, расположенное в Сев. Тянь-Шане.— 176, 336

Ихтиозавры — ископаемые морские пресмыкающиеся, найдены в отложениях мезозойской эры.— 239

Ихтиология — раздел зоологии, посвященный изучению рыб.— 351

Й

Йеллоустонский национальный парк — заповедник в США в Скалистых горах; главная его достопримечательность — обилие гейзеров и горячих источников.— 124

К

Кабот, Джон (Джованни) (род. ок. 1450 г.— умер в 1498 г.)— английский мореплаватель, открыл восточный берег Сев. Америки (в 1497 г.).— 300, 355

Кабот, Себастьян (1477—1557)— сын Джона Кабота, мореплаватель, открывший Гудзонов залив; обследовал вост. берег Южн. Америки до Магелланова пролива.— 355

Казбек — потухший вулкан на Кавказе.— 117, 199

Кайнозойская эра, или кайнозой (от греческих слов «кайнос»— новый и «зое»— жизнь)— пятая (с начала истории Земли) геологическая эра; подразделяется на третичный и четвертичный периоды.— 230, 241

Каледонское горообразование — складчатость горных пород в кембрийском и силурийском периодах.— 246

Калийные соли — минералы, содержащие калий (сильвинит, карналлит и др.); используются в химической промышленности, в частности для изготовления минеральных удобрений.— 20, 158, 383, 425, 427—428

Калифорнийский залив — залив Тихого океана между берегом Сев. Америки и Калифорнийским п-овом.— 139

Кальцит — минерал, по составу карбонат кальция.— 74, 423, 424, 428, 432

Каменная соль (галит)— осадочная горная порода, широко используется в пищевой, химической и др. отраслях промышленности.— 89, 370, 423, 425, 428

Каменноугольный период, или карбон (от латинского слова «карбо»— уголь)— пятый период палеозойской эры геологической истории Земли, свое название этот период получил в связи с большим количеством залежей каменного угля, образовавшегося в то время.— 246, 374

Каменный уголь — горная порода, образовавшаяся из растительных остатков измененных под большим давлением без доступа воздуха; ценное топливо и химическое сырье.— 77—79, 370

Камчатские экспедиции — русские комплексные экспедиции I пол. XVIII в.— 306

Камчатка — п-ов на с.-в. Азии.— 305, 310, 315

Канин полуостров — находится между Белым и Баренцевым морями и Чешской губой.— 143

Капустин, Григорий Григорьевич (XVIII в.)— русский рудознатец, первооткрыватель Донецкого каменноугольного бассейна.— 77

Кара-Богаз-Гол — залив Каспийского моря, величайшее в мире месторождение мирабилита.— 136, 178, 328

Каракумы — большая пустыня, расположенная между Каспийским морем и Аму-Дарьей.— 346, 382

Карналлит — минерал морского происхождения, сырье для получения калия и магния.— 425, 427, 428

Каролинские острова — группа о-вов в зап. части Тихого океана.— 323

Карпентария залив — у сев. берегов Австралии.— 303, 343

Карпинский, Александр Петрович (1847—1936)— выдающийся геолог и палеонтолог, академик, крупный общественный деятель, президент Академии наук СССР с 1916 по 1936 г.— 380, 381

Карское море — часть Сев. Ледовитого океана между о-вами Новая Земля, Вайгач и Сев. Земля, площадь 883 тыс. *км*^{2}.— 141, 301, 355

Карст (карстовые явления)— растворение горных пород (известняков, доломитов, гипса, каменной соли) подземными водами, в результате чего образуются на

поверхности воронки, замкнутые котловины, а под землей — пустоты и пещеры.— 108, 184

Картографические проекции — различные способы изображения земной поверхности на картах.— 40

Карты географические — уменьшенные, обобщенные изображения земной поверхности на плоскости с учетом шарообразности Земли, с градусной сеткой, показывают размещение природных и общественных явлений, отбираемых и характеризуемых в соответствии с назначением карты.— 36—40

Каспийское море — величайшее бессточное озеро земного шара на границе Европы и Азии, площадь 371,8 тыс. *км*².— 136, 139, 158, 317

Касситерит (оловянный камень)— минерал, окись олова; важная руда на олово.— 85, 426, 429

Кварц — наиболее распространенный в земной коре минерал, двуокись кремния.— 424, 429, 432

Кварцевый порфир — излившаяся магматическая горная порода, по составу близкая к гранитам, образовалась при застывании лавы древних вулканов.— 70

Кварцит — метаморфизованная (см. Метаморфизм), осадочная горная порода, образовавшаяся из кварцевого песчаника.— 74—75, 91, 432

Кембрийский период — первый период палеозойской эры геологической истории Земли.— 246, 374

Керн — столбик породы, извлекаемый на поверхность при колонковом бурении.— 103

Килауэа — действующий вулкан на Гавайских о-вах.— 121

Кирилов, Иван Кириллович (1689—1737)— известный русский картограф и географ.— 47

Кистеперые рыбы — древние ископаемые рыбы, обитали в морях палеозойской эры, до нашего времени сохранилось несколько видов этих рыб.— 235

Кишечнополостные — тип примитивных многоклеточных животных; известны с протерозойской эры.— 231

Климат — многолетний режим погоды в данной местности за продолжительный период времени.—221—225

Климатология — наука о климатах земного шара и причинах, их обусловливающих.— 20

Книпович, Николай Михайлович (1862—1939)— выдающийся русский биолог, океанолог и зоогеограф. — 328

Ковалевский, Владимир Онуфриевич (1842—1883)— выдающийся русский биолог-дарвинист, основатель эволюционной палеонтологии.— 229

Козлов, Петр Кузьмич (1863—1935)— известный советский путешественник, неутомимый исследователь Центр. Азии.— 337

Козыревский, Иван Петрович (1680 г.— первая половина XVIII в.)— русский землепроходец, один из первых исследователей Курильских о-вов.— 305

Колумб, Христофор (1451—1506)— знаменитый испанский мореплаватель, открывший Америку.— 296—299

Компас — прибор для определения стран света и ориентирования на местности.— 55, 398, 400

Конгломерат — горная порода, состоит из сцементированных округлых валунов и гальки.— 73, 432

Конго — река на з. Африки.— 140, 328, 331

Конкреции — минеральные вещества, образовавшиеся из водных растворов в осадочных породах; имеют округлую форму (фосфорит, кремень и др.).— 136, 158

Кораллы — морские беспозвоночные животные, существуют с силурийского периода.— 233

Кордаиты— ископаемые мощные древесные растения каменноугольного и пермского периодов.— 237

Кордильеры — горная система в Сев. и Южн. Америке.— 170, 298

Корунд — минерал, окись алюминия, обладает высокой твердостью; прозрачные окрашенные кристаллы — драгоценные камни (ярко-красный — рубин, синий — сапфир).— 88, 424

Котлассия — ископаемое животное, переходная форма от земноводных к пресмыкающимся.— 237

Коцебу, Отто Евстафьевич (1788—1846)— русский кругосветный мореплаватель.— 322

Коча, или коч — старинное русское однопалубное и одномачтовое судно.— 355

Краевые валы — широкие поднятия дна океанов вдоль океанического ложа.— 135

Кракатау — действующий вулкан в Зондском проливе, между Явой и Суматрой.— 140

Красное море — между с.-в. берегом Африки и Аравийским п-овом, площадь 450 тыс. *км*².— 139, 327

Крашенинников, Степан Петрович (1711—1755)— выдающийся русский исследователь Камчатки.— 310

Кремень — скрытокристаллическая разновидность кварца.— 430, 433

Кренкель, Эрнест Теодорович (род. в 1903 г.) — радист, Герой Советского Союза, исследователь Арктики.— 360

Кристаллы — твердые тела, имеющие определенную точку плавления и обладающие природной многогранной формой, обусловленной их внутренним строением.— 60—67

Кроноцкое озеро — расположено на вост. побережье п-ова Камчатка.— 176

Кропоткин, Петр Алексеевич (1842—1921)— известный русский географ, геолог, исследователь Вост. Сибири.— 377

Крузенштерн, Иван Федорович (1770—1846)— знаменитый русский мореплаватель, возглавлял первую русскую кругосветную экспедицию, исследователь о-вов Тихого океана.— 320, 321, 332

Кук, Джемс (1728—1779)— знаменитый английский мореплаватель; совершил три кругосветных путешествия.— 306, 313, 314

Кунгурская пещера — карстовая пещера на Среднем Урале, вблизи г. Кунгура на правом берегу р. Сылвы.— 184

Куньлунь — горная система в Центр. Азии.— 336

Куро-Сио — теплое течение Тихого океана у южн. и вост. берегов Японии.— 136

Курская магнитная аномалия — крупнейшее месторождение железных руд в СССР и на земном шаре, расположено в центре Европейской части СССР.— 75, 83

Кювье, Жорж (1769—1832) — выдающийся французский палеонтолог.— 229, 374

Кяхта — город в Бурятской АССР на границе с Монгольской Народной Республикой.— 320

Л

Лабрадор — полуостров на с. Сев. Америки.— 170

Лава — расплавленная жидкая или вязкая магма, извергающаяся на земную поверхность из кратеров вулканов и трещин в земной коре.— 70

Лавина — снежная масса, соскальзывающая с горных склонов.— 164— 165

Ладожское озеро— самое крупное озеро в Европе, расположено на с.-з. Европейской части СССР, площадь 17,7 тыс. *км*².— 21, 176

Лазарев, Михаил Петрович (1788—1851)— адмирал, исследователь Антарктики, совершил три кругосветных плавания, вместе с Ф. Ф. Беллинсгаузеном открыл Антарктиду.— 314, 319, 322

Лайель, Чарлз (1797—1875)— выдающийся английский геолог.— 375—377, 386

Лакколиты — караваеобразной формы массивы магматических пород, застывших на незначительной глубине от поверхности Земли среди осадочных толщ.— 68, 69, 70

Лангсдорф, Григорий Иванович (1774—1852)— русский естествоиспытатель, врач, участник первой русской кругосветной экспедиции.— 339, 340

Лантанозух — примитивное позвоночное животное, имеющее общие черты со стегоцефалами и примитивными пресмыкающимися, обитатель суши в пермском периоде.— 237

Лаперуз, Жан Франсуа (1741—1788)— французский кругосветный мореплаватель, исследовал многие о-ва Тихого океана.— 313—316

Лапилли (по-итальянски означает «камушки»)— застывшие брызги лавы, образуются при извержении вулканов.— 120

Лаптев, Дмитрий Яковлевич (XVIII в.)— лейтенант русского флота, участник Великой Северной экспедиции.— 307

Лаптев, Харитон Прокофьевич (род. ок. 1700 г.— умер в 1763 г.)— лейтенант русского флота, участник Великой Северной экспедиции.— 307

Латерит — плотная порода красного цвета, состоящая главным образом из окислов железа и алюминия, образуется в районах тропиков и субтропиков за счет разрушения горных пород, богатых алюмосиликатными минералами.— 265

Латимерия — кистепёрая рыба, найдена у берегов Южн. Африки.— 235

Лебедев, Александр Федорович (1882—1936)— советский почвовед и гидрогеолог.— 181

Ледник (глетчер)— масса льда, движущаяся под действием силы тяжести по долине или склону горы.— 130, 166—170, 352, 377

Ледник Федченко — один из крупнейших ледников земного шара, находится на Памире.— 166, 168

Лена — одна из крупнейших рек СССР, берет начало с Байкальского хребта, впадает в море Лаптевых.— 307, 363

Леонардо да Винчи (1452—1519) — великий итальянский художник и ученый.— 371

Лепёхин, Иван Иванович (1740—1802)— русский путешественник и исследователь Европейской части России.— 318

Лепидодендрон — громадное ископаемое древесное растение, широко распространенное в каменноугольном периоде.— 238

Лёсс — пористая тонкозернистая неслоистая, рыхлая порода, состоит из частиц пыли, глины, песка, карбоната кальция.— 74, 351

Ливингстон, Давид (1813—1873)— выдающийся английский путешественник, исследователь Африки.— 329—331

Лимонит — водная окись железа; скопления лимонита образуют месторождения бурого железняка.— 83, 426, 429, 430

Липарит — излившаяся магматическая горная порода, по составу близкая к граниту.— 433

Лисянский, Юрий Федорович (1773—1837)— выдающийся русский мореплаватель, участник первой русской кругосветной экспедиции.— 320, 321

Литке, Федор Петрович (1797—1882) — президент Петербургской академии наук, адмирал, выдающийся мореплаватель, исследователь Арктики.— 322, 323, 332, 333

Лобнор — бессточное озеро в Центр. Азии.— 178, 366

Ломоносов, Михаил Васильевич (1711—1765)— великий русский ученый, один из основоположников современного естествознания, поэт.— 47, 78, 208, 310, 317, 371, 372, 373, 379

Лужин, Федор Федорович (г. рожд. неизв.— умер в 1727 г.)— русский геодезист, принимал участие в составлении первых карт Курильских о-вов и Камчатки.— 305

Лучепёрые рыбы — группа костистых рыб; известны с девонского периода.— 235

Ляховские острова — южн. группа о-вов в архипелаге Новосибирских о-вов.— 310

М

Маврикий остров — вулканический о-в в группе Маскаренских о-вов в зап. части Индийского океана.— 303

Магеллан, Фернандо (род. ок. 1480 г.— умер в 1521 г.)— португальский мореплаватель, первый совершил кругосветное плавание.— 299—300

Магелланов пролив — соединяет Атлантический океан с Тихим в районе южн. оконечности Южн. Америки.— 300

Магма — расплавленная огненная масса сложного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли.— 63, 71, 106, 119, 379

Магнезит — минерал, карбонат марганца, широко применяется как огнеупорный материал в металлургической промышленности.— 85, 428

Магнетит (магнитный железняк) — минерал, окисел железа, важнейшая руда на железо.— 82, 426

Магнитная аномалия — местное отклонение элементов земного магнетизма, обусловленное залежами в земной коре больших масс железных руд, главным образом магнитного железняка.— 56, 92—93, 99

Магнитная разведка — геофизический метод поисков полезных ископаемых, основанный на магнитных свойствах минералов и горных пород; применяется для поисков месторождений железных руд.— 56

Магнитное наклонение — угол, образуемый направлением магнитной стрелки с плоскостью горизонта.— 55, 56

Магнитное поле Земли — пространство, окружающее Землю, в пределах которого существует явление магнетизма.— 56

Магнитное склонение — угол между направлением стрелки компаса на магнитный полюс и направлением географического меридиана.— 55

Мадагаскар — о-в в зап. части Индийского океана.— 140

Макаров, Степан Осипович (1848—1904)— выдающийся русский флотоводец и ученый, изобретатель, вице-адмирал, кругосветный мореплаватель.— 325—328, 357

Макензи, Александр (1764—1820)— английский путешественник, исследователь Арктики.— 316

Малахит (медная зелень)— минерал, карбонат меди, ярко-зеленых тонов, ценный поделочный камень.— 92, 429

Мамонтова пещера — карстовая пещера в Сев. Америке длиной 240 *км*.— 184

Мангровая растительность — растительность низменных, затопляемых приливом мест тропического леса.— 153, 266

Мангышлак — п-ов на с.-в. побережье Каспийского моря.— 347

Мантия — одна из внутренних оболочек Земли, между земной корой и ядром Земли.— 52, 54

Марганец — тугоплавкий металл, используемый в металлургии для получения высококачественных специальных сталей.— 84

Марианская впадина — самая глубокая впадина Мирового океана (11 022 *м*), находится в зап. части Тихого океана.— 155

Марко Поло — см. Поло Марко.

Маршалловы острова — архипелаг из нескольких сот коралловых о-вов в Тихом океане.— 214

Мастодонозавры — крупнейшие ископаемые земноводные, жили в триасовом периоде.— 238

Мастодонты — ископаемые млекопитающие из группы хоботных, жили в третичном и четвертичном периодах.— 242, 374

Масштаб — отношение, показывающее, во сколько раз уменьшена каждая линия, нанесенная на план или карту, против действительных размеров на местности.— 36, 397

Материки (континенты)— самые крупные массивы суши земного шара, окруженные почти со всех сторон морями и океанами.— 384

Материковая отмель (шельф)— прибрежная область морского дна, окаймляющая материки, с глубиной моря до 200 *м*.— 21, 134

Материковый склон — крутой склон океанического ложа к большим глубинам океанов.— 134

Мауна-Лоа — действующий вулкан на Гавайских о-вах в Тихом океане.— 122

Мверу — озеро в Африке.— 331

Медь — металл светло-красного цвета, тугоплавкий, мягкий, встречается в самородном виде и в соединениях с другими элементами; широко используется в электротехнике, металлургии и медицине.— 76

Международный геофизический год (МГГ)— название периодов, в течение которых ученые проводят геофизические наблюдения и исследования одновременно по всему земному шару.— 133, 353, 354

Международный год спокойного Солнца (МГСС)— период спада солнечной активности (начиная с 1964 г.), когда намечено проведение геофизических наблюдений учеными 65 стран.— 355

Мезозойская эра — четвертая эра от начала геологической истории Земли.— 238, 245

Мезосфера — промежуточный слой атмосферы между стратосферой и ионосферой, в котором температура понижается до минус 90°.— 192

Мексиканский залив — между п-овами Юкатан и Флорида.— 139

Меланезия — большая группа о-вов в ю.-з. части Тихого океана, к с.-в. от Австралии.— 344

Меловой период, или мел — последний период мезозойской эры геологической истории Земли.— 241, 245, 374

Меридианы географические — воображаемые окружности, проходящие через полюсы Земли и пересекающие экватор под прямым углом.— 30, 38

Меркатор, Герард (1512—1594)— выдающийся голландский картограф.— 45

Мёррей, Джон (1841—1914) — английский океанограф и кругосветный мореплаватель.— 325

Мессина — город и порт в Италии на о-ве Сицилия.— 111—112

Метаморфизм — процесс изменения горных пород в глубинах Земли под влиянием высоких температур и давления, химического воздействия магматических газов и растворов.— 74

Метаморфические породы — горные породы, претерпевшие метаморфизм (гнейс, сланцы, кварциты, мрамор и др.).— 74—75

Метеорологическая станция — учреждение, ведущее систематические наблюдения за явлениями в атмосфере, от которых зависит погода.— 200

Метеорология — наука о земной атмосфере, ее строении, свойствах и происходящих в ней процессах.— 190

Миклухо-Маклай, Николай Николаевич (1846—1888)— знаменитый русский путешественник, антрополог и этнограф, исследователь Новой Гвинеи.— 343—345

Минералы — природные химические соединения, входящие в состав земной коры.— 19, 63, 68—70, 75, 423—433

Мирабилит (глауберова соль)— минерал, водный сульфат натрия, используется в химической, стекольной, красочной и других видах промышленности.— 89

Мираж — отражение световых лучей от какого-либо воздушного слоя вследствие различной плотности атмосферных слоев и происходящего в связи с этим преломления лучей.—217

Мировой океан — вся водная оболочка Земли, занимает 70,8% поверхности планеты.— 132—137, 138—139, 146, 156, 161, 185

Миссисипи — река в США, одна из величайших рек земного шара, впадает в Мексиканский залив.— 171, 175, 257, 341

Миссури — река в США, правый приток Миссисипи.— 171

Молибденит — минерал, сульфид молибдена, главная промышленная руда молибдена.— 425

Молния — электрический разряд между облаками или между облаком и землей.— 209—211

Молуккские острова — группа о-вов в Малайском архипелаге.— 121, 299

Мон-Пеле — действующий вулкан на о-ве Мартиника.— 122

Морена — несцементированные обломки горных пород, которые переносит и отлагает ледник.— 108, 130, 169—170

Морские течения — постоянные движения в определенных направлениях масс воды в океанах и морях.— 140—143

Мрамор — метаморфизованный перекристаллизованный известняк.— 61, 433

Мурчисон, Родерик Импи (1792—1871)— английский геолог, член Петербургской академии наук.—374, 380

Мусковит (белая слюда)— минерал, используемый в промышленности как высококачественный электроизоляционный материал.— 427, 428, 432

Мушкетов, Иван Васильевич (1850—1902)— русский геолог и географ.— 381

Мшанки — класс беспозвоночных животных, к которому относятся преимущественно морские прикрепленные формы, живут колониями, известны с силурийского периода палеозойской эры.— 233

Мыс Дежнева — сев.-вост. оконечность Чукотского п-ова.— 357

Н

Нагасаки — город, крупный морской порт Японии в Вост.-Китайском море.— 321

Наждак — горная порода, состоящая из тонкозернистой смеси корунда, магнетита, гематита, пирита, слюды, кварца и др.; используется для шлифовки металлов и камней.— 88

Нансен, Фритьоф (1861—1930)— выдающийся норвежский исследователь Арктики, ученый-биолог, путешественник.— 356, 368

Народная гора — самая высокая вершина Урала (1894 *м*).— 346

Небит-Даг («Нефтяная гора»)— город в Туркменской ССР в районе месторождения нефти.— 264

Невельской, Геннадий Иванович (1813—1876)— известный русский кругосветный мореплаватель, доказал, что Сахалин — остров, а р. Амур доступна для судов с моря.— 321, 324

Нектон — все водные животные, способные к самостоятельному передвижению в открытых водоемах (киты, дельфины, рыбы, головоногие моллюски).— 150

Неоген — вторая половина третичного периода кайнозойской эры геологической истории Земли.— 245

Нефелин — минерал, состоящий из натрия, алюминия, кремния и кислорода, используется в различных отраслях промышленности.— 85

Нефть — маслянистая жидкость темного цвета, ценное горючее полезное ископаемое; по составу — смесь углеводородов.— 74, 79, 80, 158

Нигер — река в Зап. Африке, впадает в Гвинейский залив.— 317

Никитин, Афанасий (г. рожд. неизв.— умер в 1472 г.)— замечательный русский путешественник, тверской купец, первым из европейцев совершил путешествие по Индии.— 291—293

Нил — река в Африке, впадает в Средиземное море.— 44, 172, 331

Новая Зеландия — о-ва в ю.-з. части Тихого океана.— 183, 313

Новая Земля — группа о-вов в Сев. Ледовитом океане, между Баренцевым и Карским морями.— 301, 323, 355

Новосибирские острова — архипелаг из трех крупных групп о-вов, между морями Лаптевых и Вост.-Сибирским.— 363

Норденшельд, Нильс Адольф Эрик (1832—1901)— известный шведский ученый, путешественник, исследователь Арктики.— 356

Ньюфаундленд — о-в в Атлантическом океане у ю.-в. берегов Канады.— 251

Ньяса — озеро в Африке, площадь 30,8 тыс. *км*^{2}.— 331

О

Оазис — участок с древесной растительностью в пустынях и полупустынях.— 264

Облака — скопления мельчайших капель воды или кристаллов льда в атмосфере.— 203

Облакомер — прибор для измерения высоты нижней и верхней границы облаков.— 203

Обручев, Владимир Афанасьевич (1863—1956) — крупнейший советский ученый, академик, выдающийся геолог, географ, путешественник, исследователь Центр. Азии и Вост. Сибири.— 382, 386

Обручев, Сергей Владимирович (род. в 1891 г.)— профессор, геолог, географ и путешественник, исследователь Якутии и Чукотки.— 345

Обсидиан (вулканическое стекло)— излившаяся вулканическая порода; используется в качестве поделочного камня.— 91, 433

Обь — одна из величайших на земном шаре рек, образуется слиянием рек Бии и Катуни, впадает в Обскую губу Карского моря.— 363

Ог, Гюстав Эмиль (1861—1927)— выдающийся французский геолог.— 379

Огненная Земля — архипелаг о-вов у южн. оконечности материка Южн. Америка.— 298, 300, 303

Озерецковский, Николай Яковлевич (1750—1827)— русский естествоиспытатель и путешественник, исследователь с.-з. части России.— 318

Озеро — естественный водоем на поверхности суши.— 171, 176—180

Окаменелости — остатки растительных и животных организмов прошлых геологических эпох, по ним определяют относительный возраст слоев горных пород.— 19, 229, 374

Океания — все о-ва в центр. и ю.-з. части Тихого океана.— 323

Оловянный камень — см. Касситерит.

Онежское озеро — расположено на с.-з. Европейской части СССР, площадь 9,6 тыс. *км*^{2}.— 268, 353

Опарин, Александр Иванович (род. в 1894 г.) — академик, специалист в области биохимии растений.— 230

Ордовикский период — второй геологический период палеозойской эры.— 246

Осадочные горные породы — образуются из обломков ранее существовавших пород, из водных растворов путем кристаллизации солей, а также в результате жизнедеятельности организмов.— 51, 52, 72—74, 94, 105, 371

Относительный геологический возраст — время, указывающее последовательность каких-либо событий в истории Земли, определяется по палеонтологическим остаткам и по положению горных пород.— 244, 373

Охотск — город на берегу Охотского моря.— 306

Охотское море — полузамкнутое море Тихого океана у вост. берега Азии, площадь 1590 тыс. *км*^{2}.— 134, 151, 214, 348

П

Павлов, Алексей Петрович (1854—1929)— выдающийся советский геолог, академик.— 381

Паводок — кратковременное поднятие уровня воды в реке.— 171

Палеоген — первая, более древняя, половина третичного периода кайнозойской эры геологической истории Земли.— 245

Палеогеография — наука, изучающая физико-географические условия, существовавшие на поверхности Земли в прежние геологические эпохи.— 244, 381

Палеозойская эра (от греческих слов «палайос» (палеос)— древний, «зое»— жизнь)— третья эра от начала геологической истории Земли, разделяется на периоды: кембрийский, ордовичский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский.— 230, 232

Палеонтология — наука о вымерших (ископаемых) организмах и о развитии органического мира в течение всех геологических эпох.— 19

Палеотерий — животное из семейства древних лошадей, жившее в третичное время.— 374

Паллас, Петр Симон (1741—1811)— выдающийся русский ученый-энциклопедист и путешественник.—318

Пампас (пампа)— степи умеренного пояса в Южн. Америке (Аргентине и Уругвае).— 259

Панцирные рыбы — ископаемые животные, были распространены в силуре и девоне.— 234

Папанин, Иван Дмитриевич (род. в 1894 г.)— доктор географических наук, начальник первой дрейфующей станции «Сев. полюс», дважды Герой Советского Союза.— 360

Папуасы — коренное население о-ва Новая Гвинея.— 343, 344

Параллели географические — мысленно проводимые на поверхности Земли окружности, параллельные экватору.— 30, 38, 39, 40

Парейазавры — крупные ископаемые животные из класса примитивных пресмыкающихся, жили в пермском периоде.— 238

Парк, Мунго (1771—1806)— английский путешественник по Африке, первым из европейцев проник в верховья р. Нигер.— 317, 328

Пассаты — постоянные ветры в тропических областях сев. и южн. полушарий, дующие по направлению к экватору из субтропических областей высокого давления; в сев. полушарии они имеют с.-в. направление, в южн.— ю.-в.— 196

Пасхи остров — вулканического происхождения о-в в вост. части Тихого океана.— 312

Певцов, Михаил Васильевич (1843—1902)— известный русский путешественник и исследователь Центр. Азии.— 336

Пегматиты — магматические породы, образующие жилы; состоят из кристаллов полевого шпата, проросших кристаллами кварца; часто содержат ценные редкие металлы и самоцветы.— 71, 85, 433

Пемза — вулканическая излившаяся пористая горная порода, используется как строительный и абразивный материал.— 118, 120

Пенжинская губа — залив Охотского моря между п-овами Камчатка и Тайгонос.— 160

Перидотиты — глубинные магматические горные породы, состоящие из оливина, авгита, роговой обманки.— 53, 93, 96, 99

Период геологический — отрезок времени (часть эры), в течение которого образовались горные породы, составляющие геологическую систему.— 229, 244

Пермский период, или пермь — шестой и последний период палеозойской эры в истории Земли.— 237, 246

Персия — старое название Ирана.— 286

Перуанское течение (течение Гумбольдта)— холодное течение в Тихом океане у зап. берегов Южн. Америки.— 270

Песчаник — осадочная горная порода, представляющая собой сцементированный песок.— 61, 372, 432

Петрография — раздел геологии, изучающий состав, происхождение и строение горных пород, их местонахождение и условия залегания.— 19, 380

Петропавловск-Камчатский — город на вост. берегу п-ова Камчатка, основан В. Берингом.— 315

Пири, Роберт Эдвин (1856—1920)— американский полярный путешественник, первый достиг Сев. полюса.— 358

Пирит (серный, или железный, колчедан)— минерал, соединение железа с серой, используется для получения серной кислоты и извлечения ценных примесей.— 84, 89, 426

Пиролюзит — минерал, окисел марганца, важнейшая руда на марганец.— 84, 431

Питекантроп — древнейший ископаемый вид человека, остатки которого обнаружены на о-ве Ява.— 243

Пифагор (род. ок. 580 г. — умер в 500 г. до н. э.)— древнегреческий математик и философ.— 27

Пифей (IV в. до н. э.) — древнегреческий мореплаватель.— 286, 355

Планктон — все водные растительные и животные организмы, переносимые течениями в поверхностных слоях воды.— 150, 268

Платина — благородный металл светло-серого цвета, обладающий высокой температурой плавления и очень высокой (4350°) температурой кипения, устойчивый к воздействию кислот, используется в химической, электротехнической промышленности и ювелирном деле.— 76, 86

Платформы — области земной коры, для которых характерно двухъярусное строение: древние, смятые в складки кристаллические породы, покрытые спокойно залегающими осадочными толщами. — 381, 383, 384

Плауновые — тип высших споровых растений, к которым относятся многочисленные ископаемые крупные древовидные растения каменноугольного и пермского периодов.— 234

Плезиозавры — ископаемые морские хищные пресмыкающиеся, жившие в мезозойскую эру.— 239

Плювиограф — прибор для измерения атмосферных осадков.— 204

Поверхность Мохоровичича — граница между земной корой и подкоровым веществом, определена на основе изменения скорости прохождения сейсмических волн.— 52

Полевые шпаты — группа важнейших породообразующих минералов, состоящих из алюминия, кремния, кислорода, калия, натрия и кальция. — 61, 91, 424, 429

Полезные ископаемые — природные скопления в земной коре минералов или горных пород, которые используются промышленностью. — 20, 49, 75 — 91, 95, 370, 394

Полиметаллические месторождения — месторождения руд, содержащих несколько полезных металлов (свинец, цинк, медь, серебро, золото и многие редкие и рассеянные металлы). — 84

Поло, Марко (1254—1323)— венецианский путешественник, совершил путешествие через Центр. Азию в Китай, где пробыл около 17 лет.— 289—291, 332

Полюса относительной недоступности — наиболее труднодоступные места в малообследованных областях Арктики и Антарктиды.— 358, 365

Полярные круги (северный и южный)— параллели, отстоящие на 66°30′ к с. и ю. от экватора; границы холодных климатических поясов.— 35, 355

Портоланы — морские карты XIII—XIV вв.— 45

Порфирит — излившаяся магматическая горная порода.— 433

Потанин, Григорий Николаевич (1835—1920)— выдающийся русский путешественник, этнограф и географ, исследователь Китая и Монголии.— 337

Потанина, Александра Викторовна (1843—1893)— первая русская исследовательница Центр. Азии. — 337, 338

Пресмыкающиеся (рептилии)— класс позвоночных животных, наибольший расцвет которого наблюдался в мезозойскую эру; современные представители: крокодилы, змеи, черепахи, ящерицы и др.— 237, 245

Пржевальский, Николай Михайлович (1839—1888)— великий русский путешественник, исследователь Центр. Азии.— 335, 336

Приливы и отливы моря — периодические колебания уровня воды в море, вызываемые притяжением Луны и Солнца.— 143—145, 160

Природные, или географические, зоны — более или менее однородные по природным условиям области Земли.— 247—267

Проекции картографические — способы приближенного изображения шарообразной поверхности Земли на плоскости, т. е. построения карт.— 40—42

Прончищев, Василий (г. рожд. неизв.— умер в 1736 г.)— лейтенант, участник Великой Северной экспедиции.— 307

Прончищева, Мария (г. рожд. неизв.— умерла в 1736 г.)— одна из первых в мире полярных путешественниц, участница Великой Северной экспедиции.— 307

Протерозойская эра, или протерозой (от греческих слов «протерос» — первый, «зое» — жизнь) — второй крупный этап в геологической истории Земли.— 230, 246

Псилофиты — самые древние в геологической истории Земли наземные растения, известны с кембрийского периода.— 234

Психрометр — прибор для определения относительной влажности воздуха.— 202

Птеродактили — ископаемые пресмыкающиеся из группы крылатых ящеров; существовали в юрском и меловом периодах.— 240

Птерозавры — ископаемые пресмыкающиеся, крылатые ящеры, найдены в отложениях юрского и мелового периодов.— 240

Птолемей, Клавдий (II в.) — знаменитый древний астроном, географ и картограф.— 45

Пьезокварц — кристаллы кварца, обладающие пьезоэлектрическими свойствами.— 67

Пьезоэлектрические свойства минералов — возникновение на поверхности пластинки минерала при сжатии и растяжении противоположных электрических зарядов.— 66, 67

Р

Радиоактивные руды — руды, содержащие радиоактивные металлы, обладающие способностью излучать тепловую и лучистую энергию (уран, торий, радий и др.).— 159, 244

Радиолярии — простейшие микроскопические морские организмы с кремнёвым скелетом, живут в теплых морях с протерозойской эры до настоящего времени.— 148, 231

Радиоуглеродный метод — способ определения абсолютного возраста горных пород по количеству оставшегося в органических породах радиоактивного углерода.— 245

Ракоскорпионы — подкласс членистоногих животных, в ископаемом состоянии известны с докембрия.— 234

Рассеянные металлы — металлы, которые в земной коре содержатся в небольшом количестве и в рассеянном состоянии (рений, гафний, германий, таллий, теллур и др.).— 86—88

Расы — исторически сложившиеся группы людей, объединенных общностью происхождения, выражающейся в общности наследственных признаков строения тела.— 273

Раффлезия — растение влажных тропических лесов Индонезии, живет на корнях и стеблях других растений.— 266

Река — водный поток, текущий в разработанном им русле; питается за счет атмосферных осадков, таяния ледников и подземных вод.— 171—176

Реклю, Жан Жак Элизе (1830—1905)— известный французский географ и путешественник, участник Парижской коммуны.— 341, 342

Рельеф — различные формы земной поверхности.— 126—132, 393

Ремезов, Семен Ульянович (род. ок. 1662 г.— умер ок. 1716 г.)— русский географ, картограф; составил первый русский географический атлас из 23 карт — «Чертежную книгу Сибири».— 47

Рентгена лучи — коротковолновое электромагнитное излучение, открытое в 1895 г. физиком В. К. Рентгеном.— 63

Рептилии — см. Пресмыкающиеся.

Рикорд, Петр Иванович (1776—1855)— русский кругосветный мореплаватель, адмирал.— 322

Роборовский, Всеволод Иванович (1856—1910)— известный русский путешественник по Центр. Азии.— 337

Роггевен, Якоб (1659—1729)— голландский мореплаватель, открывший о-в Пасхи.— 312

Розмыслов, Федор (г. рожд. неизв.— умер в 1771 г.)— русский полярный мореплаватель, первый исследователь Новой Земли.— 310

Росс, Джемс Кларк (1800—1862)— английский полярный мореплаватель и исследователь Антарктики.—364

Росса ледяной барьер (ледник Росса) — отвесная ледяная стена, отделяющая море Росса от материка Антарктиды.— 167, 364

Росса море — окраинное море Тихого океана у берегов Антарктиды.— 366

Ротанги — вид пальм-лиан, распространенный на о-вах Малайского архипелага в Южн. Азии, Африке и Австралии.— 265

Рубин — см. Корунд.

Рувума — река в Вост. Африке, впадает в Индийский океан.— 331

Русанов, Владимир Александрович (1875—1913)— выдающийся русский исследователь Арктики.— 357

С

Саванны — обширные пространства в тропических странах, покрытые богатой травяной растительностью, с редкими деревьями и кустарниками.— 224, 242, 264—265, 267

Саговники — древовидные папоротники и пальмовидные деревья из класса голосемянных растений, были широко распространены в каменноугольном и юрском периодах.— 239

Саксаул — небольшое дерево или кустарник, произрастает в пустынях и полупустынях Средней и Центр. Азии; древесина используется как топливо.— 262

Сандвичевы острова — см. Гавайские острова.

Сан-Франциско — город на Тихоокеанском побережье США.— 188, 362

Сапфир — см. Корунд.

Саргассово море — часть Атлантического океана, расположенная в субтропических широтах между тремя различными морскими течениями в районе Бермудских о-вов.— 296, 297

Сарезское озеро — расположено на Памире.— 177

Сарычев, Гавриил Андреевич (1763—1831) — адмирал, исследователь сев. части Тихого океана.— 312

Сахара — самая большая пустыня на земном шаре, расположена в Сев. Африке.— 224, 261, 272

Северная Земля — архипелаг о-вов в Сев. Ледовитом океане.— 152, 199

Северный Ледовитый океан — наименьший из четырех океанов, площадь 13 млн. *км*^{2}.— 140

Северный полюс — точка в сев. полушарии, в которой сходятся все меридианы.— 358—361

Седов, Георгий Яковлевич (1877—1914)— выдающийся исследователь Арктики, организатор первой русской экспедиции к Сев. полюсу.— 358

Сейсмограмма — запись колебаний земной коры, полученная при помощи сейсмографа.— 114, 115

Сейсмология — отрасль геофизики, изучает землетрясения, причины их возникновения и распространение на земном шаре.— 51

Секки диск — прибор для определения относительной прозрачности воды в водоемах.— 391, 395

Сели (сили)— грязевые горные потоки.— 211

Семенов-Тян-Шанский, Петр Петрович (1827—1914) — знаменитый русский географ-путешественник.— 327, 333—335

Сен-Пьер — город на о-ве Мартиника, порт на Карибском море, был полностью разрушен в 1902 г. при извержении вулкана Мон-Пеле.—122

Сенявин, Дмитрий Николаевич (1763—1831)— выдающийся русский флотоводец, адмирал.— 323

Сера самородная — минерал желтого цвета, используется для получения серной кислоты.— 89, 426, 428

Серицит — минерал, тонкочешуйчатая разновидность слюды-мусковита (см. Мусковит).—74

Серный колчедан — см. Пирит.

Сидерит — минерал, карбонат железа, используется в качестве железной руды.— 428

Сиена — см. Асуан.

Сиенит — кристаллическая изверженная горная порода, по составу — бескварцевый гранит.— 432

Силикаты — одна из основных групп породообразующих минералов, содержащих в своем составе окись кремния.—85, 87, 430, 431

Силурийский период (силур) — третий период палеозойской эры.— 246, 374

Сильвин — минерал, состоящий из калия и хлора, важнейший источник для получения калия.— 427, 428

Скафис — прибор для определения высоты Солнца в древней Греции.— 28

Скотт, Роберт (1868—1912)— английский путешественник, исследователь Антарктиды.— 64, 365

Сланцы — большая группа метаморфических пород со слоистым строением, раскалываются на тонкие пластинки.— 79, 433

Слюды — важная группа породообразующих минералов, обладающих совершенной спайностью.— 90, 427

Смит, Вильям (1769—1839)— английский землемер, геолог; первый определил относительный возраст горных пород по окаменелостям.—373

Соколов, Дмитрий Иванович (1788—1852)— русский геолог.— 380

Соловьев, Михаил Дмитриевич (род. в 1887 г.)— советский геодезист и картограф, заслуженный деятель науки и техники РСФСР.— 42

Соломоновы острова — архипелаг о-вов в Тихом океане, к в. от Новой Гвинеи.— 313

Спайность — способность минералов раскалываться по определенным направлениям, образуя на сколе плоские поверхности.— 424

Спик, Джон Хеннинг (1827—1864) — английский путешественник по Африке.— 331

Стадухин, Михаил Васильевич (г. рожд. неизв.— умер в 1666 г.)— русский землепроходец и мореход.— 302

Сталагмиты — известковые натеки, нарастающие на дне пещер из капающих сверху растворов.— 184

Сталактиты — известковые натеки, нарастающие на потолках пещер, подобно сосулькам, выделяются из капель испаряющихся растворов.— 184

Стегоцефалы — ископаемые земноводные, часто встречаются в отложениях девонского, пермского и триасового периодов.— 236

Стено, Николай (1638—1686) — датский естествоиспытатель.— 371

Стратиграфия — раздел геологии, который занимается установлением относительного и абсолютного возраста горных пород.— 374

Стратосфера — слой атмосферы, расположенный над тропосферой; стратосфера простирается от 10—11 до 40 *км*.— 192, 193, 363

Стэнли, Генри Мортон (1841—1904) — английский исследователь Африки.— 331

Субтропики — переходная зона между тропиками и странами умеренного климата в сев. и южн. полушариях.— 139, 261

Сумчатые — подкласс животных наиболее примитивных млекопитающих.— 242

Суэцкий канал — судоходный морской канал, соединяет Средиземное и Красное моря.— 360

Сфалерит (цинковая обманка)— минерал, сульфид цинка; важнейшая руда на цинк и некоторые рассеянные металлы.— 84, 429

Сыр-Дарья — река в Средней Азии, впадает в Аральское море.— 353

Т

Тайвань — о-в в Тихом океане у вост. берегов Китая.— 321

Тайфун — тропический циклон.— 214

Такыры — плоские глинистые равнины в пустынях и полупустынях Средней Азии.— 183, 262, 263

Тальк — минерал, содержащий магний, кремний и кислород; используется как огнеупорный материал в фармацевтической, химической и других видах промышленности.— 424, 427

Танганьика — озеро в Вост. Африке.— 331

Тарим — река в Центр. Азии.— 336

Тасман, Абель Янсон (1603—1659) — голландский мореплаватель, исследователь Австралии и Океании, открыл о-ва Тасманию, Тонга и др.— 303, 313

Тектоника — раздел геологии, изучающий движение земной коры, формы залегания горных пород и историю их развития.— 113

Телецкое озеро — расположено на Алтае.— 176

Териодонты — ископаемые животные из отряда хищных наземных пресмыкающихся, жили в пермском и триасовом периодах.— 240

Терригенные осадки — прибрежные морские осадки.— 135

Террор — потухший вулкан в Антарктике, на о-ве Росса, у берегов Земли Виктории.— 366

Течения Мирового океана — см. Морские течения.

Тигр — река в Месопотамии, в нижнем течении сливается с Евфратом.— 25

Тимирязев, Климент Аркадьевич (1843—1920)— великий русский ботаник.— 229

Тимор — о-в в Малайском архипелаге.— 299

Тираннозавр — крупное ископаемое животное, из группы хищных динозавров, найден в отложениях мелового периода.— 241

Тихий (Великий) океан — самый большой океан на земном шаре, площадь 179,7 млн. *км*^{2}.— 142, 155, 214, 305, 312, 313, 315, 366

Топаз — минерал из группы силикатов, содержит алюминий и фтор, используется в радиотехнике, ювелирном деле и как абразивный (шлифующий) материал.— 90, 424, 431 .

Топографическая карта — подробная общегеографическая карта крупного масштаба (1: 200 тыс. и крупнее).— 37, 40

Топографический план — уменьшенное изображение на плоскости небольшого участка земной поверхности; для изображения всякого рода объектов на плане местности применяются условные знаки.— 36, 37

Торф — горная порода органического происхождения, ценное топливо, используется в химической и строительной промышленности и сельском хозяйстве.— 76, 77

Трепел (диатомит) — осадочная горная порода, состоящая из аморфного кремнезема и панцирей диатомных водорослей, применяется как термоизолятор в цементной, в нефтяной и др. областях промышленности. — 73, 433

Третичный период — первый период кайнозойской эры геологической истории Земли.— 241—242, 245, 374

Триангуляция — измерение расстояний между какими-нибудь точками земной поверхности при помощи построения системы треугольников.— 29, 30

Триасовый период, или триас (в переводе с греческого «триас» — состоящий из трех) — первый период мезозойской эры геологической истории Земли.— 238, 245, 374

Трилобиты — ископаемые морские членистоногие животные, жившие в течение палеозойской эры.— 233, 235

Трог — долина, образованная ледником.— 168

Тропики — воображаемые параллельные круги на поверхности земного шара, отстоящие на 23°30′ от экватора к с. (сев. тропик) и к ю. (южн. тропик).— 35

Тропический пояс — область между южн. и сев. тропиками.—265—267

Тропосфера — нижний слой земной атмосферы, до высоты 11 *км*.— 192, 193, 363

Тундра — зональный тип растительности: безлесье, мхи, лишайники, низкорослые травы и кустарники.— 251—253

Туф — горная порода, образовавшаяся из рыхлых выбросов вулканов, главным образом пепла (вулканический туф), и в результате осаждения кальцита из горячих или холодных источников (известковый туф).—120

У

Уилкс, Чарлз (1798—1877) — американский полярный путешественник, возглавлял экспедицию к Южн. полюсу, его именем названа часть берега Антарктиды, обследованная им во время плавания.— 364

Уиллоуби, Хью (г. рожд. неизв.— умер в 1554 г.)— английский полярный мореплаватель.— 301, 355

Ураган — ветер, скорость которого достигает 50 *м/сек*.— 212

Уран — радиоактивный металл.— 76, 244

Ф

Фаддеевский остров — расположен в Новосибирском архипелаге.— 302

Фалес (ок. 624—547 до н. э.) — древнегреческий философ, астроном.— 26

Фанди — залив Атлантического океана у берегов Сев. Америки; здесь наблюдаются самые высокие приливы на Земле.— 145

Федоров, Евгений Константинович (род. в 1910 г.)— советский геофизик и астроном, Герой Советского Союза.— 360

Федоров, Иван (г. рожд. неизв.— умер в 1733 г.)— русский мореплаватель, впервые описал Берингов пролив.— 306

Ферсман, Александр Евгеньевич (1883—1945)— крупнейший советский минералог, геохимик, академик.— 345, 346

Филиппинские острова — архипелаг о-вов в Тихом океане, у ю.-в. берегов Азии.— 121

Фильеры — диски из тугоплавких металлов или алмазов с отверстиями, через которые протягивают нити накаливания и волокна.— 65

Фирн — крупнозернистый уплотненный снег с зернами льда.— 166

Фиц-Рой, Роберт (1805—1865)—английский гидрограф и метеоролог, исследователь южн. оконечности Южн. Америки.— 324, 340

Флогопит — минерал из класса слюд, обладает очень высокими электроизоляционными свойствами.— 90, 427, 428

Флюгер — прибор для определения направления и измерения скорости ветра.— 203, 391, 396

Флюорит (плавиковый шпат) — минерал, фтористый кальций, важное промышленное сырье для металлургии, химической и керамической промышленности.— 60, 90, 424, 428

Фораминиферы — простейшие морские и пресноводные организмы микроскопических размеров, известные в ископаемом состоянии с кембрийского периода.— 136, 231

Фосфаты — группа минералов, природные соли фосфорной кислоты (апатит, фосфорит, бирюза, монацит и др.).— 268, 269

Фосфориты — осадочные горные породы, содержащие фосфор, окись кальция, кремнезем, фтор, хлор и др.; образовались из остатков морских животных; ценнейшее минеральное удобрение.— 20, 90, 94, 430

Френкель, Яков Ильич (1894 — 1952) — советский физик, автор теории земного магнетизма.— 58—59

Фробишер, Мартин (1535—1594) — английский полярный исследователь, совершил три плавания в Арктике для отыскания Северо-Западного прохода (из Атлантического в Тихий океан).— 356

Фудзияма — действующий вулкан в Японии.— 121

Фумаролы — выходы горячего вулканического газа в виде струй на поверхности вулкана.— 119

Х

Халькозин (медный блеск)— минерал, сульфид меди, используется для выплавки меди.— 84

Халькопирит (медный колчедан)— минерал, сульфид меди и железа, основная руда для получения меди.—84, 426

Хан-Тенгри — горный массив и вершина в Вост. Тянь-Шане.— 334, 346

Хоккайдо — самый сев. из Японских о-вов.— 214, 322

Хребет Ломоносова — подводный хребет в Сев. Ледовитом океане, протяженностью 1800 *км* от Новосибирских о-вов до Гренландии.— 135, 363

Хребет Менделеева — подводный хребет в Сев. Ледовитом океане, протяженностью 1500 *км* от Земли Гранта до о-ва Врангеля.— 363

Хромит (хромистый железняк)— минерал, основная хромовая руда.— 84, 426

Ц

Цветные металлы — группа металлов, к которой относят медь, свинец, цинк, никель, кобальт, алюминий.— 20, 84—86

Центральная Азия — обширная область возвышенных пустынных нагорий и равнин в границах: на ю.— хребет Куньлунь; на з.— Памир, Тянь-Шань, западная часть Джунгарских гор; на с.— Алтай, хребет Танну-Ола и горы Забайкалья; на в.— Большой Хинган.— 178, 332, 335

Циклоны — система ветров, в которой воздушные массы вращаются против часовой стрелки в сев. полушарии и в обратном направлении в южн. полушарии; связаны с областями пониженного давления, сопровождаются пасмурной погодой и осадками.— 196—198, 214, 223, 226

Циркон — минерал, главная руда для извлечения циркония и радиоактивных металлов.— 88

Цунами — гигантские морские волны, возникающие при землетрясениях.— 116

Ч

Чад — бессточное озеро в Африке, площадь 11 тыс. *км*^{2}.— 329

Челюскин, Семен Иванович (XVIII в.)— русский полярный мореплаватель, участник Великой Северной экспедиции, достиг самой сев. точки Азии, названной впоследствии его именем.— 308, 356

Челюскина мыс — самая сев. точка Азии на п-ове Таймыр.— 308

Ченслор, Ричард (г. рожд. неизв.— умер в 1556 г.) — английский мореплаватель, пытался пройти Северным морским путем.— 301, 355

Черевичный, Иван Иванович (род. в 1909 г.)— известный советский полярный летчик.— 358

Черное море — часть Атлантического океана, площадь 423 тыс. *км*^{2}.— 140, 326—327, 348

Черрапунджа — район Индии, в котором выпадает наибольшее количество осадков в год на всем земном шаре (до 12 тыс. *мм*).— 265

Черского хребет — горная страна на с.-в. Азии.— 345

Четвертичный период, или антропоген — последний (современный) период кайнозойской эры геологической истории Земли.— 242, 245, 374

Чимборасо — потухший вулкан в Андах (Южн. Америка).— 338

Чириков, Алексей Ильич (1703—1748)— выдающийся мореплаватель и географ, первый достиг с.-з. берегов Сев. Америки.— 306, 310, 356

Чичагов, Василий Яковлевич (1726—1809) — русский полярный мореплаватель, адмирал.— 311

Чкалов, Валерий Павлович (1904—1938) — выдающийся советский летчик, Герой Советского Союза, возглавил беспосадочный перелет в США через Сев. полюс.— 362

Чу — река в Средней Азии.— 334

Ш

Шантарские острова — группа о-вов в зап. части Охотского моря.— 322

Шатский, Николай Сергеевич (1895 — 1960) — крупнейший советский геолог, тектонист, академик.— 386

Шахта — глубокая вертикальная горная выработка, из которой ведут разработку полезного ископаемого.— 96, 102, 229

Шеелит — минерал, состоящий из кальция, вольфрама и кислорода, важнейшая руда для получения вольфрама.— 87

Шивелуч — действующий вулкан на п-ове Камчатка.— 120

Ширва — озеро, расположенное в Юго-Вост. Африке.— 331

Ширшов, Петр Петрович (1905—1953) — советский океанограф и гидробиолог, академик, Герой Советского Союза, участник первой дрейфующей станции «Сев. полюс».— 360

Шквал — резкое кратковременное усиление ветра до бури, обычно связанное с изменением направления ветра.— 214—215

Шлих — остаток тяжелых минералов, получаемых при промывке рыхлых пород.— 97

Шмидт, Отто Юльевич (1891—1956)— выдающийся советский ученый, математик, астроном и геофизик, Герой Советского Союза, исследователь Арктики.— 50—51, 346, 360

Шокальский, Юлий Михайлович (1856—1940) — академик, крупнейший русский океанограф, географ, картограф.— 138, 347—348

Шпиндлер, Иосиф Бернардович (1848—1919) — русский океанограф и метеоролог.— 328

Шпицберген — архипелаг о-вов в Сев. Ледовитом океане.— 151, 225, 249, 250, 356, 357

Штольня — горизонтальная подземная выработка, имеющая выход на поверхность.— 102

Шторм — ветер силой 8—11 баллов.— 212

Шунгитовые сланцы — древние горные породы, кремнистоглинистые сланцы, в которых концентрируется углеродистое органическое вещество шунгит.— 79

Шурф — вертикальная горная выработка глубиной 5—10 *м*.— 96, 102

Э

Эвглена зеленая — простейший одноклеточный живой организм.— 230

Эверест — см. Джомолунгма.

Экватор земной — большой круг земного шара, лежащий на равном расстоянии от полюсов.— 41, 193, 224

Эласмотерий — ископаемое животное из группы носорогов; обнаружен в четвертичных отложениях.— 242

Эльбрус — самая высокая вершина Кавказа, конус потухшего вулкана.— 117, 122, 199, 219

Эль-Ниньо — теплое течение.— 270

Элювий — продукты выветривания горных пород, остающиеся на месте своего образования.— 107

Эпицентр — участок на поверхности земли над глубинным очагом землетрясения, в пределах которого сила подземных толчков достигает наибольшей величины.— 112

Эра — самое крупное подразделение геологической хронологии, соответствует определенному этапу развития Земли и ее органического мира.— 229

Эратосфен Киренский (276—194 до н. э.) — древнегреческий математик, астроном и географ.— 27—29

Эребус — действующий вулкан в Антарктиде.— 366

Эрозия — размыв земной поверхности временными и постоянными потоками воды.— 17, 173

Эстуарий — расширенное устье реки.—174

Эхолот — прибор для определения глубины моря.— 133, 137

Ю

Ювенильные воды — глубинные подземные воды, возникающие при конденсации магматических водяных паров, выделяются на поверхность земли при извержении вулканов.— 187

Южный полюс — точка в южн. полушарии, где сходятся все географические меридианы.— 365

Юмашев, Андрей Борисович (р. 1902)— летчик, Герой Советского Союза, участник перелета через Северный полюс в Америку в 1937 г.— 362

Юнкер, Василий Васильевич (1840—1892) — известный русский исследователь Африки.— 332

Юрский период, или юра — второй период мезозойской эры; в это время появились первые птицы и млекопитающие.— 245, 374

Я

Ямайка — остров, расположенный в Карибском море (один из группы Больших Антильских о-вов).—297

Янтарь — ископаемая смола особого вида сосны третичного периода, используется для изготовления специальных изоляторов, лаков, различных украшений.— 90—91, 425, 427—428

Янцзы (Голубая) — река в Азии, впадает в Вост.-Китайское море.— 336

Японское море — часть Тихого океана, отделенная цепью Японских о-вов, площадь 978 тыс. *км*^{2}.— 134, 348

Яшма — осадочная горная порода кремнистого состава, высокой твердости, разнообразной окраски; ценный поделочный камень.— 91, 430, 433

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

в., вв. — век, века
в. д. — восточной долготы
вдп. — водопад
влк. — вулкан
в т. ч. — в том числе (в указателе)
г. — год, город, гора
г — грамм массы
Г — грамм силы (вес)
гг. — годы
до н. э. — до нашей эры
др. — другие
ж. д. — железная дорога
ж.-д. — железнодорожный
з. — запад, западу (в справочных таблицах)
з. д. — западной долготы
квт-ч — киловатт-час
кг — килограмм массы
кГ — килограмм силы (вес)
км — километр
км^2 — квадратный километр
км^3 — кубический километр
км/час — километров в час
км/сек — километров в секунду
Л. — Ленинград (в библиографическом указателе)
л — литр
М. — Москва (в библиографическом указателе)
м — метр
м^2 — квадратный метр
м^3 — кубический метр
мб — миллибар
мг — миллиграмм массы
мГ — миллиграмм силы (вес)
млн. — миллион
млрд. — миллиард
мм — миллиметр
мм^2 — квадратный миллиметр
мм^3 — кубический миллиметр
мм/мин — миллиметров в минуту
н. э. — нашей эры
о-в — остров
о-ва — острова
оз. — озеро
п-ов — полуостров
пр. — прочий
р. — река
рр. — реки
рис. — рисунок
с. — севера, северу (в справочных таблицах)
с.-в. — северо-восток, северо-восточный (в указателе)
с.-з. — северо-запад, северо-западный (в указателе)
с. ш. — северной широты
см — сантиметр
см^2 — квадратный сантиметр
см^3 — кубический сантиметр
т — тонна массы
Т — тонна силы (вес)
тыс. — тысяча
ц — центнер массы
Ц — центнер силы (вес)
ю. — юг, югу (в справочных таблицах)
ю.-в. — юго-восток, юго-восточный (в указателе)
ю.-з. — юго-запад, юго-западный (в указателе)
ю. ш. — южной широты

Оформление книги Д. С. Бисти и Ф. Б. Збарского

Иллюстрации в тексте выполнили художники: Ф. С. Борисов, Ю. А. Дмитриев, Б. И. Жутовский, Д. А. Лисичкин, Г. Г. Макаров, В. И. Павлов, И. А. Печерский, Н. К. Скалова, Д. И. Смирнов, Г. В. Северденко.

Карты составили и выполнили: М. К. Булимова, И. И. Елисова, П. К. Колдаев, Е. Н. Мышецкая, Е. И. Раутский, Б. Я. Соколова, В. М. Соколов.

■

Редактор карт В. М. Соколов.

Контрольный редактор Е. В. Пархоменко.

Старший редактор В. А. Касименко.

Редактор Т. П. Ляхова.

Старший художественный и технический редактор Н. П. Самохвалова.

Корректоры В. С. Антонова, Е. А. Блинова.

■

Сдано в набор 30/I 1964 г. Подписано к печати 25/VII 1964 г. Формат 84×108 1/16.—16,94 бум. л.—67,75 п. л.; 56,91 усл. печ. л. (63,68 уч.-изд. л.). Тираж 150 000 экз. А08128. З. № 3057.

■

Издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по печати, редакция Детской энциклопедии.
Адрес редакции: Москва, Чистые пруды, д. 6.

Цена 2 р. 55 к.

■

Цветные вклейки отпечатаны в Первой Образцовой типографии им. А. А. Жданова.

Московская типография № 2 «Главполиграфпрома». Государственного комитета Совета Министров СССР по печати. Москва, Проспект Мира, 105.